道路橋床版防水システム
ガイドライン（案）

2012 年 6 月

公益社団法人 土 木 学 会

鋼構造委員会
道路橋床版の維持管理評価に関する検討小委員会

Guideline of
Waterproofing System for Bridge Decks
-Draft-

June, 2012

Published by
Sub-committee on Evaluation for Maintenance of
Highway Bridge Decks

Committee on Steel Structures

序

土木学会鋼構造委員会では，平成 9 年 10 月に活動開始した「鋼橋床版の調査研究小委員会」（松井繁之委員長）を皮切りに，鋼橋の床版に関する委員会（通称，床版委員会）を継続してきており，今期はその第 4 期の委員会活動にあたる．この間，RC 床版やそれに変わる新規床版，また RC 床版を種々の工法で補修した床版を対象にした輪荷重試験を中心とした研究や，あらたな長支間床版としての PC 床版，合成床版の開発や性能評価，さらには鋼床版の疲労損傷についての研究など，テーマを変えつつ現在に至っている．

コンクリート系の床版においては，水が床版に浸透すると，その耐久性を大きく減じることも輪荷重移動載荷試験等で確かめられてきた．その意味で床版防水層は床版の耐久性に対してきわめて有効であることは明白である．

平成 19 年に日本道路協会から出版された「道路橋床版防水便覧」では，防水層の施工や，施工時の問題点に関するきめ細かい記述がなく，また，近年多くなった床版補修を行う際の防水層施工についての記述が見られず，結果として防水層の効果を十分に発揮できない部分もあったと聞いている．

本委員会では，防水層の材料や施工に対しての検討を重ね，「道路橋床版防水システムガイドライン(案)」を取りまとめた．すなわち，床版防水層を単体として捉えるのではなく，システムとしての床版防水のあり方を検討している．同時に，防水層施工時の問題に対する対処法，床版補修時の防水層施工の留意点など，従来，現場任せになっていた部分についても記述を深め，新たな床版防水に向けて，大きく踏み出したガイドライン（案）となっている．

このガイドライン（案）が活用され，床板防水が徹底されて，道路橋床版の耐久性が確保されることを期待したい．また，このガイドライン（案）を使用された方々からのご意見ご指摘をいただき，より内容の充実したものにしていきたいと考えている．皆様方のご協力をお願いする次第である．

2012 年 6 月

公益社団法人　土木学会　鋼構造委員会
道路橋床版の維持管理評価に関する検討小委員会
委員長　　大田　孝二

まえがき

道路橋床版は，舗装を介して自動車の輪荷重を直接受ける部材であり，雨水や凍結防止剤等の劣化因子の影響も受けやすく，橋梁の中で最も過酷な環境に置かれている部材である．床版の損傷・劣化は，交通荷重の繰り返しにより生じる疲労損傷と，舗装の損傷を伴う床版上面の損傷，および鉄筋腐食などによる床版下面の劣化がある．雨水が床版内部に浸入した場合には、ひび割れへの水の浸入によって上側コンクリートの砂利化が起きるため，交通荷重による疲労損傷は著しく促進されることが分かっている．これが疲労に伴う床版上面損傷であり，局所的に発生する．さらに，床版上面においては，建設時のコンクリートの収縮ひび割れ等から雨水が床版の上側鉄筋に到達し，発錆によりかぶりコンクリートを剥離させ，舗装のポットホールの原因になっている．積雪寒冷地では，雨水が床版内部に浸入した場合には，凍結融解作用による床版の劣化を招くとともに，凍結防止剤の影響による塩害で鉄筋の腐食が促進されている．このように，雨水や塩化物イオン等が床版の耐久性に大きな影響を与えることが明らかとなってきた．

道路橋床版の耐久性向上のためには，床版内部への雨水等の浸透を防ぐための床版防水が重要であるとの認識が広がり，平成 14 年に道路橋に関する技術基準である「道路橋示方書」において，「アスファルト舗装とする場合は，橋面より浸入した雨水等が床版内部に浸透しないように防水層等を設けるものとする」と明記された．この道路橋示方書の規定を補完するための手引き書としては，「道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料（日本道路協会，昭和 62 年 1 月発行）があるが，平成 19 年に「道路橋床版防水便覧」として見直され，技術資料として活用されている．

その後，新設橋については，従来よりも耐久性の高い床版防水層が求められており，東・中・西日本高速道路各社の平成 22 年 7 月における「設計要領」では，耐久性の高い防水層を採用することを盛り込んでいる．一般道においても，構造物の維持管理上の要求から，耐久性を求めた床版防水層の選択方法や，補修の場合のさまざまな制約条件に対応できる防水層の選択方法がクローズアップされてきている．また，既設橋においても，床版補修箇所の再劣化などから，補修における床版防水層の設計や，部分補修の方法などが議論になっている．

このような要望に応えるべく，最新の床版防水に関する技術を整理し，我が国より床版防水の歴史が長い欧州の技術情報を盛り込んで，日本の気象や使用条件に応じた，一般道・高速道双方に用いる床版防水のあるべき姿をできるだけわかりやすい形で示し，設計・施工に生かすことが，本ガイドラインの目的である．

日本や欧州の経験は，床版防水は防水層のみによって成し遂げることはできず，床版，防水層，舗装，さらには排水設備を適切に組み合わせた床版防水システムによって始めて達成できること，設計だけでなく施工が非常に重要であることを教えてくれている．したがって，本ガイドラインでは，防水層だけでなく，床版の仕上がり状況，防水層に関係する舗装の性状や排

水設備についても要求性能を示している．また，要求性能の照査方法，要求性能を満たすための標準的な施工方法，施工後の検査方法も示している．

本ガイドラインには，床版・防水層・舗装・排水設備からなる最新の床版防水システムに関する情報が集約されており，道路橋の設計・施工・維持管理に携わるすべての技術者の貴重な技術資料となれば幸いである．本ガイドラインの趣旨が正しく理解されて，耐久性を有する床版防水システムが普及することを期待している．

本ガイドラインでは，現在の最新の知見を元に記述してきたが，現在も各方面で研究開発が熱心に進められている．将来，実験や知見等の積み重ねにより，さらに改訂が重ねられ，床版の耐久性を向上させるための大きな礎となることを期待している．

公益社団法人　土木学会　鋼構造委員会

道路橋床版の維持管理評価に関する検討小委員会

委　員　構　成

委　員　長	大田　孝二	（一財）土木研究センター
副委員長	阿部　忠	日本大学
幹　事　長	大西　弘志	岩手大学
幹　　事	塩永　亮介	（株）ＩＨＩ
〃	藤山　知加子	法政大学
連絡幹事	橘　吉宏	川田工業（株）
顧　　問	日野　伸一	九州大学大学院
〃	堀川　都志雄	元 大阪工業大学
〃	松井　繁之	大阪工業大学
委　　員	岡田　昌澄	首都高速道路（株）
〃	鈴木　寛久	首都高速道路（株）
〃	田中　良樹	（独）土木研究所
〃	増井　隆	首都高速道路（株）
〃	三田村　浩	（独）土木研究所寒地土木研究所
〃	村山　隆之	（株）エム・ケー・コンサルタント

〈床版防水システム検討分科会〉

分科会長	緒方　紀夫	中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京（株）
幹　　事	奥田　和男	三菱樹脂（株）
委　　員	青木　康素	阪神高速道路（株）
〃	安東　敏弘	電気化学工業（株）
〃	石田　博	中日本ハイウェイ・メンテナンス東名（株）
〃	榎園　正義	（一社）日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所
〃	上阪　康雄	コサカ設計・アソシエーツ
〃	小関　裕二	大林道路（株）
〃	坂上　典幸	ニチレキ（株）
〃	谷倉　泉	（一社）日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所
〃	西島　克治	鹿島道路（株）
〃	羽入　昭吉	ニチレキ（株）
〃	藤間　誠司	電気化学工業（株）
〃	松井　隆行	西日本高速道路（株）
旧　委　員	児玉　孝喜	鹿島道路（株）
オブザーバー	内田　美生	住友大阪セメント（株）
〃	三浦　康治	（一社）日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所
〃	宮永　憲一	（株）高速道路総合技術研究所

（五十音順，敬称略）

目　次

第１章　総　則 …… 1

1.1　適用の範囲 …… 1
1.2　設計・施工の原則 …… 1
1.3　用語の定義 …… 2
1.4　本ガイドラインの構成 …… 2

第２章　床版防水システムの役割 …… 3

2.1　床版の変状と床版防水システムの必要性 …… 3
2.2　床版防水システムの構成 …… 8
2.3　床版防水層の種類 …… 9
2.4　日本および諸外国における床版防水の変遷 …… 15

第3章　床版防水システムの要求性能と性能照査 …… 17

3.1　一般 …… 17
3.2　床版防水システムの要求性能 …… 18
3.3　材料性能の照査 …… 21
3.4　初期性能の照査 …… 22
3.5　耐久性能の照査 …… 27
3.6　排水性の照査 …… 30
3.7　維持管理性の照査 …… 31

第４章　床版防水システムの設計 …… 33

4.1　設計一般 …… 33
4.2　床版防水層の選定 …… 34
4.3　床版防水層の設計 …… 41
4.4　排水設備の設計 …… 43

第5章　床版防水システムの施工 …… 49

5.1　施工一般 …… 49
5.2　事前調査 …… 50
5.3　施工計画 …… 52
5.4　施工手順と留意点 …… 53
5.4.1　下地処理 …… 53
5.4.2　排水設備の施工 …… 56
5.4.3　床版防水層の施工 …… 57
5.4.4　各種防水層の施工 …… 58
5.4.5　舗装の施工 …… 77

5.5　施工管理 …… 83
5.6　検査 …… 86
5.7　施工記録 …… 95

第6章　既設床版の床版防水システム …… 97

6.1　一般 …… 97
6.2　事前調査 …… 98
6.3　要求される性能と性能照査 …… 101
6.4　既設床版の床版防水システムの設計 …… 103
6.4.1　設計一般 …… 103
6.4.2　床版防水層の設計 …… 103
6.4.3　細部の設計 …… 106
6.5 施工 …… 109
6.5.1　施工一般 …… 109
6.5.2　施工計画 …… 110
6.5.3　各部の施工 …… 112
6.5.4　施工管理 …… 122
6.5.5　検査 …… 124
6.5.6　施工記録 …… 130

第7章　床版防水システムの維持管理 …… 133

7.1　点検･調査 …… 133
7.2　補修 …… 138

【付録】

［付録 1］膨れ抵抗性試験方法 …… 付-1
［付録 2］局部変形性試験 …… 付-3
［付録 3］ひび割れ開閉負荷試験 …… 付-6
［付録 4］凍結融解負荷試験方法（案）2012 …… 付-8
［付録 5］各防水材料の標準的な物性値 …… 付-11
［付録 6］防水層標準工程表 …… 付-14
［付録 7］舗装撤去・表面処理の事例 …… 付-22
［付録 8］舗装を全層撤去して防水層を設置した工事工程例 …… 付-36
［付録 9］重交通下での床版取替工事の例 …… 付-39

第１章　総　　則

1.1　適用の範囲

本ガイドラインは，橋面にアスファルト舗装が施されている道路橋の新設及び既設のコンクリート床版に設置される床版防水システムの設計・施工・維持管理に適用する．

【解説】

道路橋の床版には，鉄筋コンクリート床版，プレストレストコンクリート床版，鋼コンクリート合成床版などのコンクリート系床版と鋼床版がある．本ガイドラインの適用範囲は，アスファルト舗装が施されたコンクリート系床版を対象にしている．鋼床版はコンクリート系床版と対応が異なるので，別の技術資料に準じることとする．

1.2　設計・施工の原則

（1）床版防水システムは，コンクリート系床版（以下，コンクリート床版という），床版防水層，舗装，排水設備が一体となって，床版の耐久性を向上させることを目的とする．

（2）床版防水システムの設計・施工においては，要求性能が満足されるように行う必要がある．

【解説】

床版防水システムの設計・施工においては，次のような事項を考慮する必要がある．

（1）床版防水システムは，コンクリート床版，床版防水層，舗装が三位一体となって機能するとともに，適切な排水設備と組み合わせることにより，交通荷重や自然環境等の種々の供用環境に対応できるようにする．

（2）床版防水システムの設計・施工においては，次のような項目に留意する必要がある．

１）床版防水システムの要求性能

床版防水システムは，設計で目標とされる供用期間において，期待される防水性および排水性を発揮することが求められ，その要求性能については，第３章で記述する．

２）設計

設計は，本ガイドラインに基づき，交通荷重や自然環境などの使用環境及び施工時間などの施工環境を踏まえて行う．

３）施工

床版防水層は，温度や湿度等の環境条件，養生時間等の施工条件の影響を受ける．このため，施工にあたっては，防水システムが所定の性能を発揮するよう，製造業者が作成した施工要領書を十分に確認する必要がある．

４）設計・施工の従事者

床版防水層と舗装の設計・施工には，それぞれに専門的な知識が必要である．したがって，十分な経験と知識を持つ技術者をリーダーとする専門業者が行うのが望ましい．

５）第三者確認

欧州では，防水システムの要求性能に対する試験の実施やシステムの適合性の認証を公的機関や特定の認証機関で行われ，客観的な性能を保証している事例がある．日本では，このような公的機関で認定するというシステムはないが，客観的に性能を確認するには，将来的に自社のみの試験ではなく，第三者の試験で性能を確認することが望ましい．

1.3 用語の定義

本ガイドラインでは，次のように用語を定義する．

アスファルト舗装―車両が快適に走行できるように床版上面に設置した加熱アスファルト混合物の層であり，基層（レベリング層）と表層により構成される

下地処理―コンクリート床版上面を防水層の接着に適すように、不陸調整，異物除去，レイタンス除去などを行う行為

床版防水―床版コンクリート内に水が入らないようにする行為の総称

床版防水システム―コンクリート床版，床版防水層，舗装及び排水設備が一体となり，水や凍結防止剤などの劣化因子から床版を保護するシステム

床版防水層―床版の防水を目的として床版と舗装の間に設ける層で，一般的にはプライマー層，床版と防水材との接着層，防水材，防水材と舗装との接着層から構成される

床版防水工―床版防水層及び排水設備を施す工事

施工計画書―それぞれの箇所の施工条件において，施工者が最適な施工法や施工管理法などを記載したもの

施工要領書―防水層の製造業者が，防水層の施工法や施工条件を示したもので，通常，その品質はその条件下で保証されている

端部防水―地覆・高欄部や伸縮装置部，排水桝部のように，一般部に比べ複雑な処理が必要な防水

端部防水層―端部防水を行う防水層

排水設備―路面，舗装内及び防水層上の雨水などを滞水させることなく，速やかに排水するための設備

防水材―床版防水層を構成する主要材料

1.4 本ガイドラインの構成

本ガイドラインは，「**まえがき**」では，ガイドラインを作成するに至った背景を示している．**第 1 章　総則**では，ガイドラインの適用の範囲や床版防水システムの設計・施工の原則さらには用語の定義を示している．**第 2 章　床版防水システムの役割**では，床版防水の役割やその重要性について示し，床版防水システムの構成について示している．さらに，日本および諸外国の床版防水の変遷と現状を記述している．**第 3 章　床版防水システムの要求性能と性能照査**では，床版防水システムとしての防水層に必要な要求性能とその照査方法を示している．第 4 章以降では，具体論になるが，新設橋梁の場合と既設橋梁の場合では，施工条件に大きな違いがあるので，新設と既設の場合を分けて記述することにした．**第 4 章　床版防水システムの設計**では、新設の場合の設計について示している．**第 5 章　床版防水システムの施工**では，新設の場合の施工について示している．**第 6 章　既設床版の床版防水システム**では，舗装全層打換え時の床版防水システムの設計・施工について示している．**第 7 章　床版防水システムの維持管理**では，舗装や床版防水システムの点検・調査ついて示し，舗装や床版防水システムの部分補修の場合について示している．

最後に，付録として，性能照査のために新しく採用した試験方法や参考とした試験結果および調査結果，さらには，施工計画の参考になる防水層の標準工程表例や施工事例なども添付している．

第２章　床版防水システムの役割

2.1　床版の変状と床版防水システムの必要性

（1）道路橋の床版は，他の部材に比べて，交通荷重や水に起因する様々な要因により変状しやすく，構造物としての性能が低下しやすい．
（2）床版の補修は，変状の進展に伴い，複雑で困難になると共に，補修コストも上昇する．また，構造形式によっては補修が不可能となる場合もある．
（3）床版の長寿命化が求められるなか，予防保全のみならず「防水と排水」による早期対応が最も重要である．

【解説】

(1) コンクリート床版の主な変状要因は，以下のように考えられている．

1）疲労

道路橋の床版は，車両走行による輪荷重や，凍結防止剤など，道路の使用環境の影響を受けやすい部位である．昭和40年代前半までのＲＣ床版は，床版厚が比較的薄く，配力鉄筋量も少なく設計されており，交通環境によっては早期にひび割れなどの変状が発生するものがあり，場合によっては床版コンクリートの抜け落ちによる路面陥没まで至る事例もあった．このことから，道路橋示方書では耐疲労性の向上を目的に，最小床版厚の規定や配力鉄筋量などの見直しが行われている．

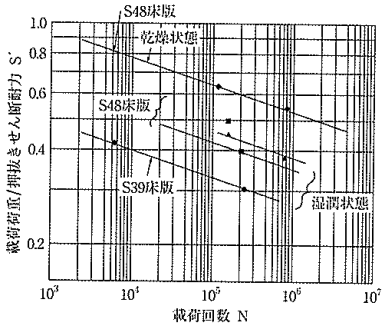


図-解 2.1.1 輪荷重走行試験による RC 床版の S-N 線図の例 [1)]

過去においてはＲＣ床版の疲労損傷過程について研究がなされ，ＲＣ床版のひび割れ部分に水が浸入すると，コンクリートの劣化が著しく進展し，乾燥状態に比べて早期に終局まで至るなど，床版の寿命が大幅に減じられることが明らかにされている[1)]．**図-解2.1.1**に水張り状態と乾燥状態との輪荷重走行試験結果の比較例を示す．この結果では湿潤状態では乾燥状態に比べて100～300倍もの速さで床版の破壊に至ったことが報告されている．これらの変状メカニズム（**図－解2.1.2**）を踏まえ，ＲＣ床版の疲労損傷を抑制するためには，床版増厚工法などにより耐力を向上させることや，床版防水により水を流入させないことが重要となる．

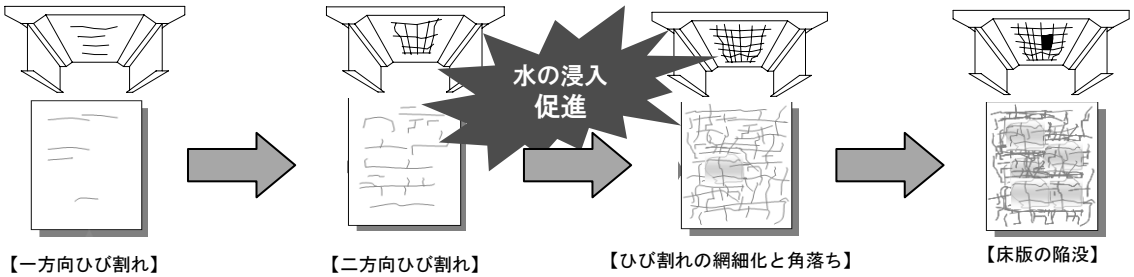


図-解2.1.2　疲労による変状メカニズム

2）塩害

冬季に散布する凍結防止剤や内在塩分などの影響により，床版上面において塩害による変状が顕在化している．床版上面での塩害は，上側鉄筋の腐食，コンクリートの剥離，舗装路面でのポットホール発生などの変状に至るケースが代表的である．これらの変状を抑制するためには，防水性，遮塩性を有する床版防水層を設置することが重要である（**図-解2.1.3参照**）．

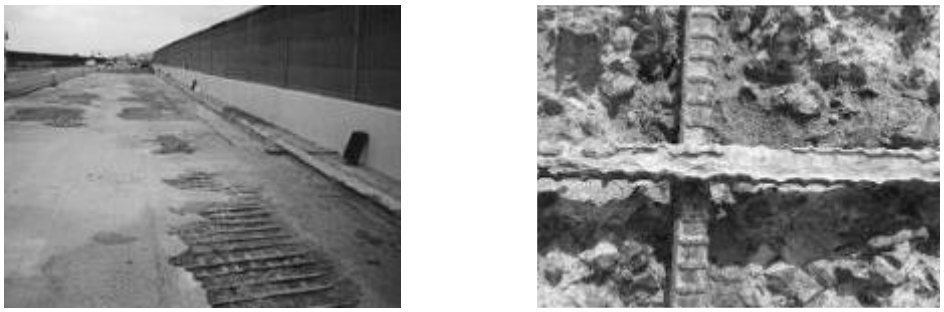


図-解2.1.3　床版上面の塩害

また，床版端部（地覆・高欄部，伸縮装置端部など）では，水や凍結防止剤の影響により塩害を要因としたコンクリートの剥落などの変状が発生している．これは，床版端部を流れる水や凍結防止剤が地覆下面などの調整モルタル部分や打継ぎ目などから床版内に浸入して塩害が発生するもので，床版下面の鉄筋が腐食・膨張し，コンクリート片が剥離するといった劣化メカニズムによるものと推察される．このことから，地覆下面などへの漏水を防止することを目的に，床版端部においても床版防水層を適切に設置する必要がある（**図-解 2.1.4 参照**）．

従来型壁高欄　　**縁石下面からの漏水**　　**張出し床版下面の剥落**

図-解2.1.4　張出し床版下面の塩害

コンクリート床版は，鉄筋コンクリート床版（以下「ＲＣ床版」という），プレストレストコンクリート床版（以下「ＰＣ床版」という），鋼コンクリート合成床版などに大別される．

ＰＣ床版は，一般にＲＣ床版よりも優れた疲労耐久性を有している．しかしながら，ＰＣ構造においては，凍結防止剤が床版上面や床版端部より，打継ぎ目やグラウトホース周辺などを伝って雨水と共に浸入し，様々な部位での塩害が発生している．具体的には，箱桁の張出し床版下面やウェブ面での遊離石灰および漏水，水しみの発生，連続合成桁の２次床版部分での水しみの発生，排水管や伸縮装置（止水構造）の破損に伴う変状などが顕在化している．ＰＣ構造はＲＣ構造と異なり，塩害によりＰＣ鋼材の腐食・破断が懸念され，変状の程度によっては橋梁全体の耐久性や健全性を大きく低下させてしまうことに注意が必要である（**図-解2.1.5参照**）．

図-解2.1.5　PC橋の塩害（漏水と錆汁）

3）凍害

寒冷地においては，凍結融解作用を繰り返し受けることによって，コンクリート床版の上面にスケーリングが確認されている．積雪寒冷地域では，春先に大量の雪解け水が舗装の下に流入し，舗装のポットホールの発生を助長している現象も見受けられる．このような意味でも床版上面の凍害を抑える防水層および排水設備が果たす役割は重要である（**図-解2.1.6参照**）．

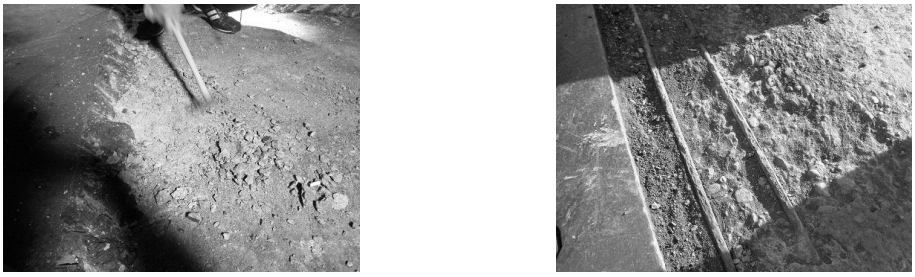


図-解2.1.6　床版上面の凍害

4）アルカリ骨材反応

反応性の骨材を使用しているコンクリート床版では，コンクリート中の水酸化イオンと骨材の反応によりアルカリシリカゲルが形成され，これが吸水膨張することによりひび割れが生じ，コンクリートの弾性係数が低下するなど，コンクリート材料として劣化することがある．さらに，ナトリウムイオンは，アルカリ骨材反応を促進させる場合があるので，凍結防止剤を散布する寒冷地や飛来塩分が危惧される海岸周辺では特に注意が必要である（**図-解2.1.7参照**）．

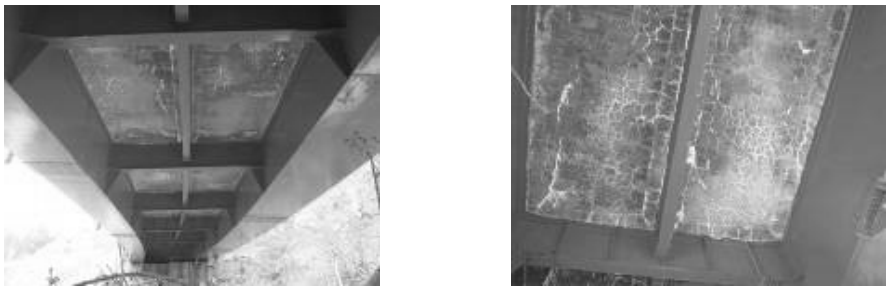


図-解2.1.7　床版コンクリートのアルカリ骨材反応

5）複合劣化，施工不良

コンクリート床版においては，疲労，塩害，凍害，アルカリ骨材反応および中性化などが複合的に作用して劣化する場合がある．複合劣化においては，水が存在する場合に劣化が促進されることが明らかになっている．このため，床版防水システムの構築は，劣化の進行速度を低減する上で極めて有効である．

また，コンクリート床版の施工不良に起因する上側鉄筋のかぶり不足や床版下面に見られる豆板などは，疲労，塩害，凍害，アルカリ骨材反応および中性化などと同時に発生した場合，その劣化は深刻なものになりやすい．これも広義の複合劣化と判断され，適切な対策をとる必要がある．通常このような場合には，増厚や断面修復等により施工不良箇所を早期に補修した上で，床版防水システムを構築する必要がある．

6）防水層施工箇所の再劣化

床版防水を施工しているものの，何らかの原因によってポットホールなどの変状が発生する場合がある．このような場合において，適切な補修を行わなければ，施工目地などを起点とし補修部分の再劣化が生じ，変状の拡大により舗装・防水層・床版の寿命が低下する．したがって，変状部分は防水機能を回復させることが重要となる．

このような変状が発生する原因としては，防水層を施工した床版上面が健全ではなく，ひび割れ等を含んで損傷していた可能性が考えられる．すなわち，再劣化を抑制するためには，劣化コンクリートをしっかり除去するなど，十分な下地処理を行ってから防水層を施工することが重要である（**図-解 2.1.8 参照**）．

図-解2.1.8　舗装路面の再劣化の状況

(2)　コンクリート床版は，劣化が急激に進展する手前の潜伏期までの間に対策を行うことが最も効率的である．

ＰＣ橋などでは，高濃度の塩分が内部に侵入し，ＰＣ鋼材が腐食・破断してしまった場合，耐荷性能が著しく低下してしまう．このような状態に至ってしまった場合は，その補修方法が非常に複雑になるとともに，補修に要するコストも飛躍的に上昇する．また，このような大規模な補修を実施するためには，長期間の交通規制を要することとなり社会的な影響も大きくなる．したがって，ＰＣ橋のように補修が非常に困難な橋梁については，床版防水による予防保全の必要性が特に高いと言える（**参考：図-解 2.1.9**）．

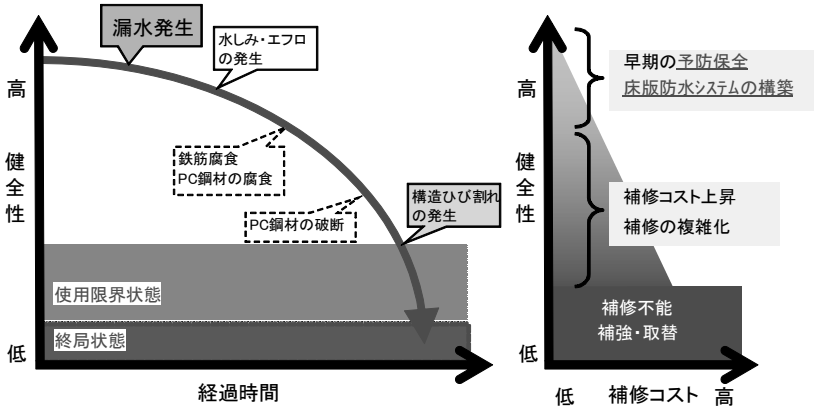


図-解2.1.9　ＰＣ橋の変状に伴う性能低下とコストのイメージ

(3)　道路橋のコンクリート床版の変状は様々な要因により生じているが，変状の原因は水や凍結防止剤（塩化物イオン）などの外部因子の浸透によるものが多い．よって，コンクリート床版の耐久性を確保するためには床版防水を行うことが必要不可欠である．

コンクリート床版を延命化させるためには，早期に適切な床版防水システムを構築することが重要である．また，床版防水層と舗装の延命化を図るためには，床版防水層の上面に滞水させないことが重要であり，速やかに排水する設備も併せて設けておく必要がある．

2.2 床版防水システムの構成

一般に床版防水システムは，コンクリート床版，プライマー層，床版と防水材との接着層，防水材，防水材と舗装との接着層，舗装および排水設備で構成される．

【解説】

床版防水システムの断面構成は，一般に①コンクリート床版，②プライマー層，③床版と防水材との接着層，④防水材，⑤防水材と舗装との接着層，⑥舗装および⑦排水設備に区分され，このうち，床版防水層は②～⑤で構成される．材料の種類によっては，②と③が同一となるケースや，④と⑤が一体となったケースも存在する（**図-解 2.2.1 参照**）．

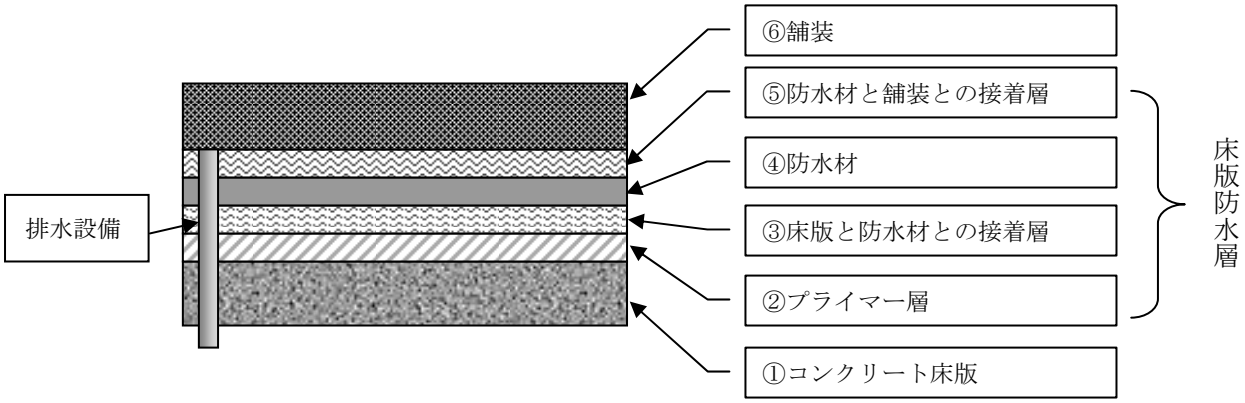


図-解2.2.1　床版防水システムの一般的な断面構成イメージ

① コンクリート床版は，床版防水層の施工基面となる．

② プライマー層は，床版コンクリートの表面をコーティングし，床版防水層との接着効果を高めることや，床版内部からの水蒸気などの発生を抑制することを目的に設置される．

③ 床版と防水材との接着層は，床版と防水材との層間に設けられる接着層である．

④ 防水材は，舗装等より浸入してきた水を床版面まで浸透させないよう止水するために設ける床版防水層の主要材料である．

⑤ 防水材と舗装との接着層は，防水材と舗装との層間に設けられる接着層である．

⑥ 舗装は，一般に基層および表層の２層から構成され，舗装の全体厚さは６０～８０㎜程度が標準である．

舗装は，交通荷重を分散し床版へ伝えると共に，雨水を浸透させず，床版防水層と十分に接着させることが重要である．

⑦ 排水設備

上記①～⑥の構造で床版内への水の浸入を防止するが，雨水が舗装の内部に長く滞水することを避けることが肝要であり，舗装表面水はもちろん，舗装中に溜まった水を抜くための設備を適切に配置することを同時に考える必要がある．

2.3　床版防水層の種類

床版防水層は，様々な種類があり，保有する性能も材料も異なる．

【解説】

床版防水層は，シート系床版防水層（流し貼り型，加熱溶着型，常温粘着型），塗膜系床版防水層（アスファルト加熱型，ゴム溶剤型，反応樹脂型等）等，様々な種類の防水材料が存在しており，一般に下記のように分類される（**図-解2.3.1参照**）．

各々の防水層に応じて構成や特性も異なるため，あらかじめ施工方法，施工手順，施工条件などを勘案したうえで材料の選定を行う必要がある．

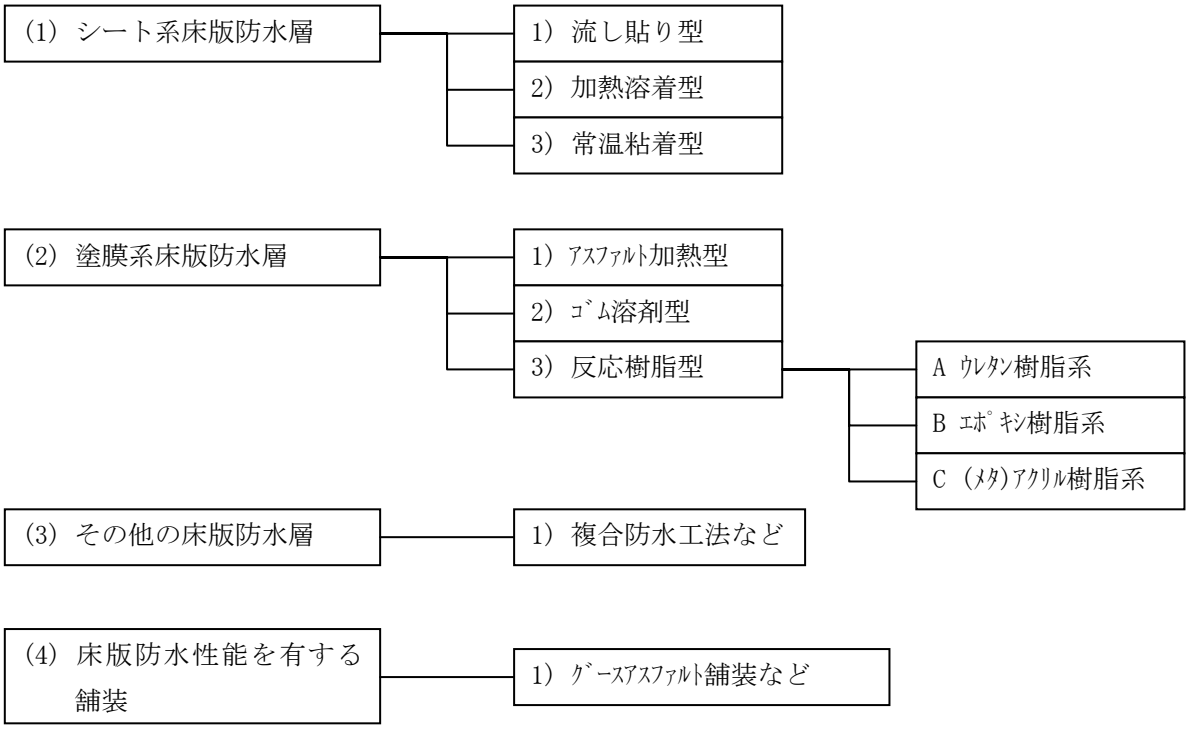


図-解 2.3.1 床版防水材料の分類

以下，一般的な床版防水材料の概要について表記する．

(1) シート系床版防水層

シート系床版防水層とは，ポリエステル系不織布や織布，ガラス繊維などに改質アスファルトを含浸被覆させて積層したシートによる防水材である．施工は，プライマーを塗布した床版にシートを貼り付ける方法で行われる．シート系床版防水層は，施工方法によって，流し貼り型，加熱溶着型，常温粘着型の３種類に分類される．我が国においては，流し貼り型の施工実績が多いが，欧州においては加熱融解型が多い．

シートは工場で製造・管理され，品質が安定している．

1) 流し貼り型（図-解 2.3.2 参照）

流し貼り型は，プライマーを塗布した床版に，溶解した貼付用アスファルトを流しながら防水シートを貼り付けて施工される．貼付用アスファルトには，改質アスファルトやアスファルトコンパウンドが使用される．

床版と防水材との接着は，貼付用アスファルトを流し貼りされる時に熱溶着する機構である．防水材と舗装との接着は，舗設時のアスファルト混合物の熱と転圧荷重によってシート表面の改質アスファルトとアスファルト混合物が熱溶着する機構である．シートの流し貼りは人力により行われる．

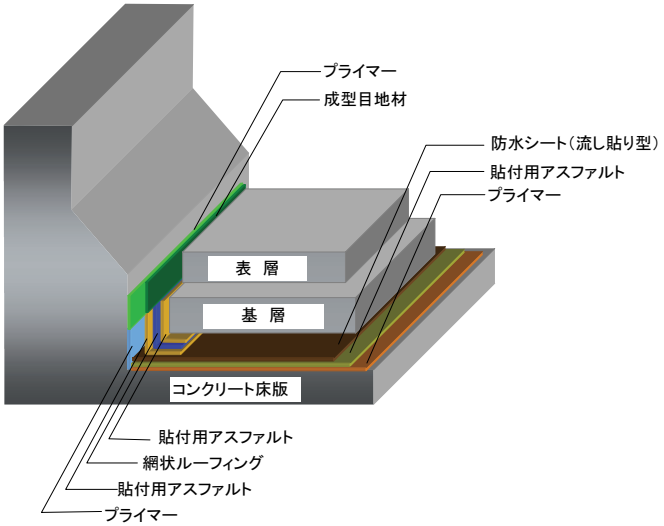


図-解 2.3.2　流し貼り型シート防水層の構成例

2) 加熱溶融型（図-解 2.3.3 参照）

加熱溶融型は，防水シートを機械に取り付けて，その裏面を電気ヒーターやトーチバーナーで溶融して，プライマーを塗布した床版に貼り付けられる．床版と防水材との接着は，シート裏面の改質アスファルトが電気ヒーター等で溶融されて床版と熱溶着する機構である．防水材と舗装との接着は，流し貼り型と同様で，舗設時のアスファルト混合物の熱と転圧荷重によって発現される．

新設面など床版面が比較的平滑な場合に使用され，切削後の凹凸が大きい場合には不陸調整を要する．

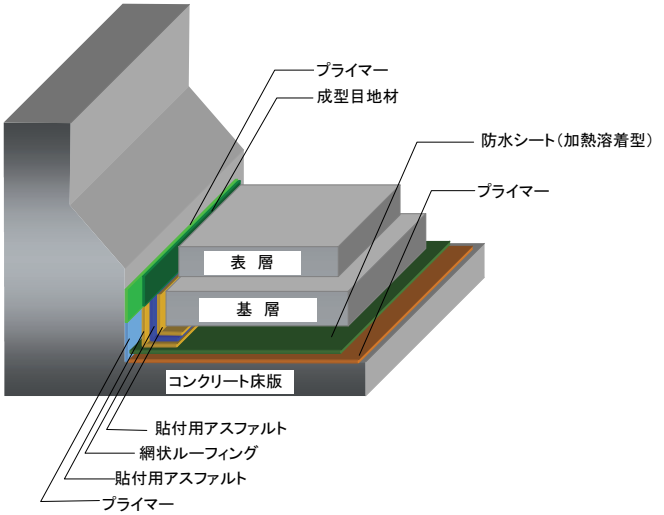


図-解 2.3.3　加熱溶着型シート防水層の構成例

3) 常温粘着型（図-解 2.3.4 参照）

常温粘着型は，プライマーを塗布した床版にシート裏面の常温で粘着力の高い改質アスファルトを直接貼り付けて施工される．貼り付けられた防水シートは，アスファルト混合物の熱と重機の転圧によって,床版および舗装と一体化して接着する.特殊な施工機械を必要としない.

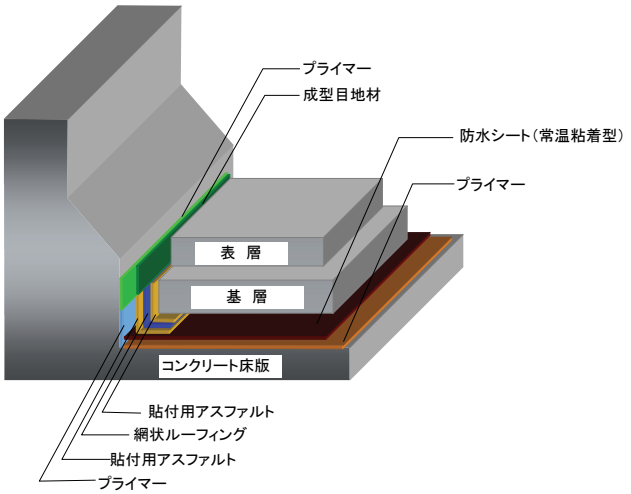


図-解 2.3.4　常温粘着型シート防水層の構成例

(2) 塗膜系床版防水層

塗膜系床版防水層には，合成ゴムや樹脂などで改質されたアスファルト加熱型，クロロプレンゴムなどの合成ゴムを揮発性溶剤に溶かしたゴム溶剤型，ウレタンなどの合成樹脂を用いた反応樹脂型がある.

1) アスファルト加熱型（図-解 2.3.5 参照）

アスファルト加熱型とは，合成ゴムや樹脂などで改質されたアスファルトを加熱装置で溶融し，刷毛による塗布や機械散布によって施工される防水層である．塗布あるいは散布された時に床版と熱溶着する．防水材と舗装との接着については，舗設におけるアスファルト混合物の熱と転圧による圧力によって接着する機構である.

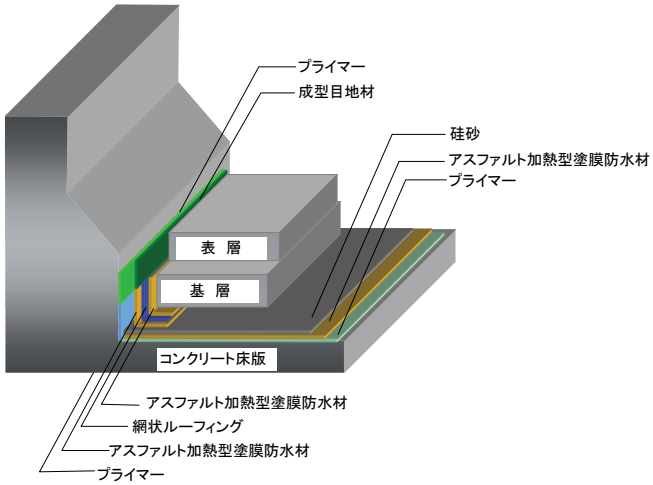


図-解 2.3.5　アスファルト加熱型防水層の構成例

2)ゴム溶剤型

ゴム溶剤型とは，クロロプレンゴムなどの合成ゴムを揮発性溶剤に溶かした材料を，刷毛などで数回に分けて重ね塗りされて構築される防水層である．防水材に含まれる溶剤によって，下地のプライマーを介して床版と接着する．この防水層の上に施工されるタックコートを介して，舗装の熱と転圧時の圧力によって，舗装と接着する．防水材の乾燥時間が長いことや，防水層の膜厚が非常に薄いため注意が必要である．

3)反応樹脂型

反応樹脂型とは，2 種類以上の原料を混合化学反応させ，現場で直接防水膜を形成する方法である．一般的に高温から低温までの引張伸び特性に優れた低弾性の樹脂防水層を形成する．反応樹脂型の種類にはウレタン樹脂系，（メタ）アクリル樹脂系，エポキシ樹脂系などがある．日本や欧州では現在機械吹きによるウレタン樹脂系，手動撹拌および機械吹きによる（メタ）アクリル樹脂系が主に使用されている．

一般に樹脂系の防水材は，現場で反応させて防水膜を形成することから，膜厚の管理，ピンホールへの対応，過激な気象条件に対応する施工管理が重要になる．

また，樹脂系の防水層は熱硬化性であるため，強固な膜を形成する半面，舗装合材との接着が難しく，各工法によりそれぞれ工夫された方法が行われている．一般的に熱可塑性の樹脂を介在させ舗装と接着する方法や，硅砂等の骨材と瀝青系の組み合わせにより，接着強度とせん断強度を確保する方法がとられている．

A ウレタン樹脂系（図-解 2.3.6 参照）

ウレタン樹脂系防水層は，プライマー層，ウレタン防水層，舗装接着層から形成される．ウレタン防水層は，ウレタンプレポリマーを主材としている．樹脂の硬化反応が早いため，主材および硬化剤の２液を専用の機械により瞬時に混合し，吹付け塗布する．ウレタン防水膜の施工は比較的短時間で完了する．床版面から地覆部への立上がり面，排水枡や伸縮装置周りにも，シームレスな防水膜が形成される．

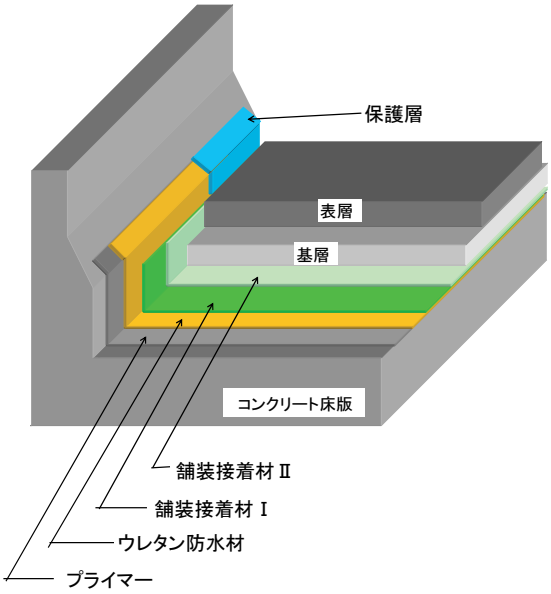


図-解 2.3.6　ウレタン樹脂系防水工法の構成例

B エポキシ樹脂系

エポキシ樹脂系の防水材は，主剤にエポキシ樹脂，硬化剤にポリアミンやポリアミドなどが主な原料として用いられる．日本での実績は少なく，ヨーロッパでは主に鋼床版の防水にのみ用いられている．

C （メタ）アクリル樹脂系（図-解 2.3.7 参照）

（メタ）アクリル樹脂系防水層は，MMA（メチルメタアクリレート）樹脂等を基材とした防水層であり，硬化剤の添加によりラジカル重合して硬化する．ラジカル重合のため，硬化時間を施工時の床版温度に合わせた硬化剤の配合量で調整することが必要である．

（メタ）アクリル樹脂系防水層は，プライマー層・（メタ）アクリル防水層・舗装接着層の三層からなる，防水層で何れの層も速硬化性を具備し，季節を問わず施工後 30～60 分以内に硬化する．特に，防水層に使用する（メタ）アクリル樹脂は，ウレタン変性により可撓性を付与したものである．

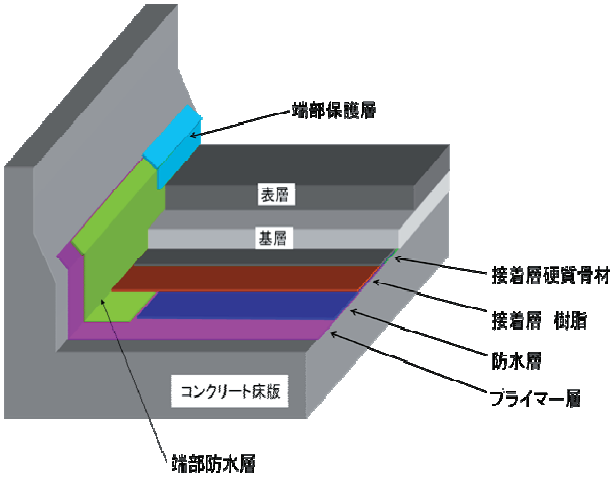


図-解 2.3.7　（メタ）アクリル樹脂系防水工法の構成例

(3) その他の床版防水層

その他の床版防水層とは，上述した防水層以外で防水機能を持つ材料によるもの，もしくは上述した防水材料の組み合わせによる防水層をいう．

1) 複合防水工法（図-解 2.3.8 参照）

複合防水工法は，複数の異なる種類の防水材料を組み合わせて防水層を形成する工法である．

複合防水工法としては，浸透系防水材料（（メタ）アクリル樹脂，またはエポキシ樹脂浸透系防水材料）と加熱アスファルト型塗膜系防水材料の組合せによる複合防水工法が実用化されている．

複合防水工法は，アスファルト加熱型塗膜防水工法のプライマーを浸透系防水材料（（メタ）アクリル樹脂系など）に置き換えた工法であり，施工性や施工能力はアスファルト加熱型塗

膜防水工法とほぼ同程度である．

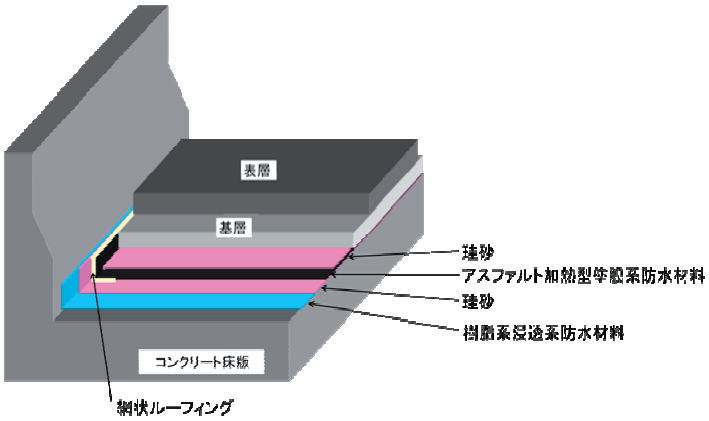


図-解 2.3.8　複合防水工法の構成例

2) セメント系床版防水層

最近では，セメント系材料による床版防水層も研究・開発されている．例えば，有機短繊維を特殊モルタルに混入した繊維補強モルタルの透気係数が，既存のモルタルの 1/100 程度と緻密なことを利用して，上面増厚モルタルとしての補強効果とともに，床版防水層としての性能を併せ持った材料が報告されている[4)]．

(4) 床版防水性能を有する舗装

床版防水性能を有する舗装には，鋼床版の基層に用いられるグースアスファルト舗装があるが，コンクリート床版ではあまり適用されていない．

1) グースアスファルト舗装

グースアスファルト舗装とは，グースアスファルト混合物を用いた不透水性，たわみ性等の性能を有する舗装で，一般に鋼床版の橋面舗装に用いられる．

ドイツでは，舗装の基層として，コンクリート床版の防水層上にグースアスファルト混合物を舗設するのが標準となっており，スイスの一部橋梁においてもグースアスファルト混合物が利用されている．

2.4　日本および諸外国における床版防水の変遷

(1)国内においては，1972 年に鋼道路橋示方書において床版防水層を設置する考えが示され，1987 年頃から床版防水がコンクリート床版に適用されるようになった．

(2)欧州では，1945 年頃より床版防水が適用されていた．1965 年頃から道路橋に本格的に床版防水工が採用されたが，1980 年代に防水性能の再評価がなされ，その後も規格改定が行われている．

【解説】

(1) 国内においては，昭和 47 年（1972）に鋼道路橋示方書において，鉄筋コンクリート床版への水の浸透を防止する目的として，床版防水層を設置する考えが示され，昭和 62 年(1987)には「道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料（日本道路協会)」が発刊され，床版防水が本格的にコンクリート床版に適用されるようになった．

床版防水材料は各々の特性に応じた性能を有しているが，昭和62年(1987)の規格ではこれらの性能を適切に評価することが出来なかったため，現地においては性能の低い材料が採用されていた．しかしながら，その後の研究により新たな性能を有する材料が開発されてきたが，比較的に高価な材料となり，施工現場においては採用され難いという現状があった．

従来基準(1987)の材料により施工された実橋の床版防水を抽出し，その効果を経年追跡調査したところ，室内試験により品質基準を満足する防水材料であっても，施工時点や施工後数年で，防水効果が喪失している場合もあることが確認されている[3]．これらの防水効果を喪失する原因は，**図-解2.4.1**に示すような防水材料の塗布時の貫通気泡の発生や,舗装施工時の高温下での転圧荷重や交通荷重によるシートの破れの発生が考えられる．また，防水効果の持続がある程度認められた材料でも，**図-解2.4.2**に示すような床版防水の膨れによる舗装の膨れ損傷や，床版防水の剥がれによる舗装のひび割れ損傷の発生しやすい材料も存在していた．

このような背景のもと，本ガイドラインでは新たな知見を踏まえ，一般道，高速道の双方に適用する床版防水システムの有るべき姿を判り易く示すこととした．

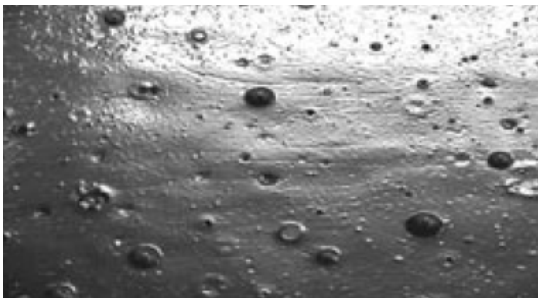


図-解 2.4.1　貫通孔の発生状況

図-解 2.4.2　舗装面の膨れの発生状況

平成 14 年度(2002)改訂の道路橋示方書では，アスファルト舗装を施工するコンクリート床版には，雨水等の床版内部への浸透を防ぐために防水層等の設置が原則とされた．これを受けて，床版防水に関して「道路橋示方書」の規定を補完するための技術資料として，平成 19 年 3 月(2007.3)に「道路橋床版防水便覧」[2]（以下「防水便覧」という）が発刊されている．

(2) 欧州では，日本と比較し約30年も以前の1945年頃より床版防水が一部導入または評価されており，後の1965年より全面的に床版防水を設置することが制定されている．日本では欧州より約40年も遅れた2002年に道路橋示方書で全面適用が示された．日本で最初に防水基準（防水便覧）が制定された1980年代には，欧州ではすでに過去の防水材料の評価が行われ，材料規定の見直しがなされており，1990年代以後も改訂が繰り返されている．このように，欧州における床版防水の歴史と実績は豊富であり，基本的な考え方を取り入れながら，日本の環境に応じた基準を確立させていくことが必要となる（**表-解2.4.1参照**）．

表-解 2.4.1　日本および諸外国の床版防水の変遷

年　代	日　　本	ドイツ	イギリス
1940年～ 1960年代		■1945年～1960年 ・RC床版に瀝青系床版防水使用開始 ・瀝青系塗膜防水中心 ■1967年 ・橋梁舗装および防水工暫定指針	■1945年 ・軍事交通省が，橋梁床版防水工は有用との通達 ■1965年 ・交通省から主要道路橋に防水工を施すとの通達 ・屋根用防水が多く使用され，初期劣化が問題
1970年代	■1972年 ・鋼道路橋示方書に防水層を設置する考えを明示	■1976年 ・瀝青系の橋梁舗装指針	■1971年 ・防水材料,防水の契約に基づく品質基準を設定 ■1975年 ・BBA認証による防水ｼｽﾃﾑの使用開始
1980年頃	■1987年 ・日本道路協会：道路橋RC床版防水層設計・施工資料	■1983年 ・100の実橋の床版防水の調査実施 ・建築用の防水基準では不十分 ■1987年 ・ZTV-BEL-B　床版防水工の補足指針	■1989年 ・TRLが48種類の防水ｼｽﾃﾑの室内試験，試験施工，実橋試験を実施 ・道路橋防水工基準の見直し
1990年代	■1998年 ・日本道路公団 設計要領等の制定		■1994年・道路橋防水工基準BD47/94,BA47が制定 ■1999年 ・BD47/99　ｺﾝｸﾘｰﾄ橋床版上の防水工および舗装
2000年代	■2002年 ・道路橋示方書の改訂 ■2007年 ・道路橋床版防水便覧	■2003年 ・ZTV-ING Teil7 Abschnitt1　橋梁その他構造物の設計施工における補足技術指針	■2007年 ・舗装厚さの薄い場合(60-90mm)の更なる規格改定（IAN96/07）
2010年代	■2010年 ・NEXCO 設計要領等が改訂	■2008年 ・欧州共通規格制定　(EU規格) ・EN 14695 樹脂変性瀝青系防水ｼｰﾄ ・ETAG 033 樹脂塗膜防水	■2010年 ・BD規格をEU規格に統一 ・EU規格に統一決定（4年間の移行期間）

【第２章　参考文献】

1) 松井繁之，大田孝二，西川和廣；ＲＣ床版とその損傷（その２），橋梁と基礎，1998.6

2) (社)日本道路協会；道路橋床版防水便覧，2007.3

3) 紫桃幸一，鹿野善則，大橋岳，室井智文，陸角秀男；床版防水の性能規定型基準と模擬床版による初期性能試験，第３回道路橋床版シンポジウム講演論文集，2003.6

4) 中村光，国枝稔，丸山一平他；道路政策の質の向上に資する技術研究開発，2011.7

第 3 章　床版防水システムの要求性能と性能照査

3.1　一般

(1) 床版防水システムは，計画供用期間内に，期待される防水性能および排水性能を維持することが求められる．

(2) 床版防水システムに要求される性能とそのレベルは，施工される橋の構造，床版の種類や供用環境，施工環境等によって異なるため，これらを勘案して設定する．

(3) 一般的な条件下で施工・供用される標準的な橋梁においては，**4.2 床版防水層の選定** に示した性能を要求性能として設定することができる．

【解説】

(1) 本ガイドラインにおける床版防水システムの要求性能と照査方法は，国際化の流れの中にある我が国が目指している“性能照査型設計法”による社会資本の構築を目的として提唱するものである．そこでは，公平かつ公正な要求性能を，互いに認め合う原理・原則に基づいて照査することが前提となっている．

床版防水システムには，床版防水層，排水設備など，床版を水や各種の劣化因子などから保護する全ての防水機構が含まれる．

床版防水層には，防水材料の出荷段階から現場搬入，保管までの段階で変質せず，床版防水層の施工時およびアスファルトの舗設時に膨れ・破れ等を生じず，計画供用期間（新設時には 15～30 年程度）にわたって防水性能を維持することが求められる．また，排水設備にはコンクリート床版や床版防水層，舗装に悪影響を与える滞水が生じないよう，計画供用期間の間，適切に排水されることが求められる．さらに排水設備に対しては，適切な維持管理が図れることが求められる．

(2) 床版防水システムの適用にあたっては，道路規格，橋の構造（線形，縦断・横断勾配），床版の特性（支持条件、厚さ等）や供用環境，施工環境および計画供用期間（耐用年数）などを勘案し，道路管理者が要求性能および性能レベルを設定する．設定された要求性能および性能レベルに応じて防水材料を選定し，床版防水システムが設計されることになる。設計の詳細は**第４章**に示す．

(3) 本来であれば，床版防水システムは供用環境や施工環境，維持管理上の制約等を勘案した上で要求性能を設定し，性能を照査した後に，設計・施工されることが望ましい．しかしながら本ガイドラインでは，設計・施工の効率性，簡便性を考慮し，一般的な条件下で施工・供用・管理される橋梁の床版防水層に要求される性能を，**第４章 4.2 節**の中で 5 つのカテゴリーに分けて示し，これを要求性能としてよいこととした．それぞれのカテゴリーを構成する床版防水材料，床版防水システムについては，第三者機関による認証（試験）が望まれる．なお，供用環境や施工環境，維持管理上の制約等が標準的な条件とは異なる場合や特に重要な路線などの場合には，個別の橋梁ごとに性能照査を行う必要がある．

3.2 床版防水システムの要求性能

(1) 床版防水システムに要求される性能は，材料性能，初期性能，耐久性能，排水性，維持管理性に大別される．

(2) 材料性能とは，床版防水層および排水設備に用いる各材料が，製造されてから施工されるまでの間にその品質が変状せず，本来の性能を保持すると共に，環境に対して安全である性能をいう．

(3) 初期性能とは，供用開始前の床版防水層に求められる性能をいい，床版防水層が施工された直後に求められる初期性能１と，アスファルト舗設直後に求められる初期性能２に大別される．

(4) 耐久性能とは，床版防水システムが計画供用期間中，必要な防水性能を保持することをいう．

(5) 排水性とは，橋面，舗装内および防水層上の雨水等を速やかに排水する性能をいう．

(6) 維持管理性とは，計画供用期間中，床版防水システムが適切に維持管理される性能をいう。

【解説】

(1) 本ガイドラインでは，床版防水システムに要求される性能を材料性能，初期性能，耐久性能，排水性，維持管理性の５つに大別した．これらの性能は，床版防水システムに用いられる各材料が製造された後，現場へ搬入し，実施工され，計画供用期間中に十分な耐久性と維持管理性を保持することを求めたものである．

(2) 床版防水システムを構成する各材料（床版防水層および排水設備に用いる各材料）は，製造されてから施工されるまでの間に，貯蔵時の温度変化や移送時の振動などによって材料が変質しない品質安定性，並びに製造・施工から長年月を経た場合でも，人体や環境に対して十分な安全性を備えている必要がある．

材料性能としては，特にその品質や環境への配慮が重要であることから，以下の性能について確認する．

① 品質安定性

② 環境安全性

(3) 初期性能は，供用開始前の床版防水層に求められる性能で，さまざまな下地条件や環境条件下で床版防水層が施工された場合でも，床版防水層が施工された直後に求められる性能（初期性能１）と工事用機械の走行に伴う負荷や，加熱アスファルト混合物の熱影響および骨材の押込み等の影響を受けるアスファルト舗設直後に求められる性能（初期性能２）に大別される．

舗設前の床版防水層に求められる初期性能１としては，以下の性能を確認する．

③ 下地と防水層の接着性

④ 施工性

⑤ 膨れ抵抗性

⑥ はがれ抵抗性

⑦ 局部変形性

また，アスファルト舗装舗設時および舗設直後の舗装を含めた床版防水層に求められる初期性能２として，以下の性能を確認する．

⑧ 舗装後の防水性

⑨ 舗装後の接着性・せん断抵抗性

⑩ 水浸後の接着性

(4) 供用中の床版防水は交通荷重，環境条件等の影響を受けた場合でも，所定の耐久性能を有していることが必要となる．このうち，床版防水層の耐久性能としては，荷重繰返しに対する耐久性や外気温、コ

ンクリートの強アルカリに対する耐久性が重要であることから,以下の各種負荷を受けた場合の抵抗性（耐久性能）について確認する.

⑪　温度変化および薬品負荷に対する抵抗性

⑫　輪荷重繰返し負荷抵抗性

⑬　ひび割れ開閉負荷抵抗性

⑭　凍結融解負荷抵抗性

⑮　繰返しせん断負荷抵抗性(せん断疲労)

(5) 供用中の床版防水システムには，コンクリート床版や床版防水層，舗装に悪影響を与える滞水が生じないように，適切に排水できる排水設備を設置し，これらの排水設備が良好に機能することが求められる．ここで言う排水設備とは、路肩部にある一定の間隔で設定される排水桝の他，伸縮装置付近に設定される桝，および排水管を含む．これらの排水設備は、橋梁の縦断勾配や横断勾配，ならびに曲率半径によってもその効果には大きな差が生じるため，排水設備の選定は，これらの条件を十分に考慮することが重要である．また，排水設備はアスファルト舗装上面からの排水だけでなく，防水層上面の境界面からの排水についても，十分配慮した構造であることが必要である．

(6) 床版防水システムは，計画供用期間にわたり，良好にその機能を維持管理する必要があり，そのためには適切な復旧を行いながら，所定の防水性能を維持できる性能を有する必要がある．特に重視されるのは，床版防水層の一部に劣化・損傷が見つかった場合，部分補修に対しての対応が容易にできる性能である．部分補修では，防水層の一部をはぎ取り，これを復旧することとなる．

以上の床版防水システムに要求される性能を**表-解 3.2.1** に示す.

表-解 3.2.1　床版防水システムの要求性能一覧

性能種別（照査対象）	その性能が要求される段階・時期	要求性能	備考
防水材料の材料性能	材料の製造・運搬	① 防水材料の品質安定性	製造時に防水材料としての品質が確保され，運搬・保管時に変質すると所定の性能が確保できないため，防水材料の品質が安定していること
	材料の製造から供用終了までの全期間	② 防水材料の環境安全性	使用材料（臭気や有害物質等）が人体や環境に影響を及ぼさないこと
床版防水層の初期性能	床版防水層の施工直後（初期性能１）	③ 下地と防水層の接着性	施工現場でコンクリート床版と床版防水層の接着性が良好であること
		④ 施工性	所定の制約条件（時間，温度, 床版水分量, 表面状況 etc.）下の施工であっても，床版防水層が施工可能であること
		⑤ 膨れ抵抗性	ブリスタリングやピンホールが発生しないこと
		⑥ はがれ抵抗性	防水層の上面が作業員や工事用車両などの通行により破損しないこと
		⑦ 局部変形性	舗装前，通行車両等により防水層上に骨材が押し込まれても，耐荷性が損なわれないこと
	アスファルト舗装の施工後（初期性能２）	⑧ 舗装後の防水性	基層アスファルト施工時，骨材の押込みや熱により，防水性が損なわれないこと
		⑨ 舗装後の接着性・せん断抵抗性	合材温度が比較的低い場合でも，舗装と防水層との接着性が確保されていること
		⑩ 水浸後の接着性	舗装内に水が滞水した場合に，床版防水層とコンクリート床版および舗装との接着性が著しく低下しないこと
床版防水層の耐久性能	供用中	⑪ 温度変化および薬品負荷抵抗性（耐塩水性、耐アルカリ性を含む）	各種負荷を受けた場合でも，防水システムの防水性・遮塩性，接着性，せん断抵抗性が低下しないこと
		⑫ 輪荷重繰返し負荷抵抗性	
		⑬ ひび割れ開閉負荷抵抗性	
		⑭ 凍結融解負荷抵抗性	
		⑮ 繰返しせん断負荷抵抗性	
排水性	供用中	⑯ 排水性	床版上面の雨水等を速やかに排水できること
維持管理性	供用中	⑰ 維持管理性（復旧性）	維持管理段階で防水層の一部が機能障害をきたした場合，復旧（部分補修）が容易であること

3.3　材料性能の照査

(1) 床版防水システムを構成する床版防水層および排水設備に用いる各材料は，所定の材料性能，すなわち①品質安定性と②環境安全性を有することが必要である．

(2) 防水材料の材料性能は，製造業者が発行する製品品質証明書と製品安全データシート（MSDS）を確認することにより照査する．

【解説】

(1) 原則としては，床版防水層および排水設備に用いる各材料に適用されるが，以下，本節では主として床版防水層に用いる防水材料についての材料性能について，記述する．

防水材料の材料性能には，以下のようなものがある．

①品質安定性

防水材料が要求される性能を発揮するために，製造業者は，提供する製品の品質が所定の範囲内にあるように管理しなければならない．製品の変状は，保管中や輸送中に生じる場合もあるため，防水施工業者に材料が供給されるまで注意を払う必要がある．すなわち，出荷時においても，施工直前においても,防水材料の品質が所定の性能を保持していることを確認する必要がある.防水材料の品質安定性は,床版防水層を構成するすべての材料で確認する必要がある．

②環境安全性

環境安全性には「環境への影響」と「人体に対する安全性」の両方を考慮する必要がある．一般的に防水材料が及ぼす環境への影響として，大気汚染，水質汚染，土壌汚染等があげられ，安全性としては材料が含有する化学物質の人体へのリスクや災害事故（爆発や火災等）につながる恐れの有無といった保安上のリスクがあげられる．

環境安全性は，広範な環境面や安全面への影響に対するものであるため，防水材料の確固たる試験・評価方法が確立されているわけではない．したがって個々の材料が適用される立地条件や環境条件に応じて，施工中や供用中に放出・溶出される化学物質の環境への影響，人体と接触（皮膚接触，誤飲，吸入を含む）した場合の健康上のリスク，保安上のリスク等を考慮しなければならない．また，必要に応じて法規に従った試験を行うことが重要である．

(2) 品質安定性，環境安全性は以下により，照査・判定する．

●照査方法；品質安定性は製造業者が発行する製品品質証明書を，環境安全性は製品安全データシートを確認する．

●判定基準；品質安定性は，施工の全期間を通じて，安定した品質であること．環境安全性は，有害物が環境および人体に与える影響が法規内であること．参考のため，各材料の標準的な物性値を巻末の［付録5］に示す．

本ガイドラインでは，防水材料の品質安定性は，製造業者が発行する製品品質証明書を，環境安全性は製品安全データシート（MSDS; Material Safety Data Sheet）を，それぞれ確認することにより照査することとした．これは，床版防水層を構成する材料は多種多様であること，およびその試験は専用の試験室内で実施する必要があることを考慮して定めたものである．なお，製造業者は定められた項目について，検査結果を記載した製品品質証明書および製品安全データシート（MSDS）を，わかりやすい形で発行する必要がある．また，施工者は，輸送や移送時の振動や温度変化，熱などの影響によって，変状が生じないように，各材料の取り扱いに際しては，製造業者が示す方法に従う必要がある．なお将来は，我が国でも欧州のように，製品品質証明書に関して，第三者機関による認証（試験）がなされていることが望まれる．

3.4 初期性能の照査

(1) 床版防水層の初期性能については，床版防水層施工直後（アスファルト舗装舗設前）の性能（初期性能１）と，アスファルト舗装舗設後の性能（初期性能 2）に分けて，これを照査する．
(2) 初期性能 1 には，③下地と防水層の接着性，④施工性，⑤膨れ抵抗性，⑥はがれ抵抗性，⑦局部変形性がある．
(3) 初期性能 2 には，⑧舗装後の防水性，⑨舗装後の接着性・せん断抵抗性，⑩水浸後の接着性がある．

【解説】

(1) 床版防水層は，床版上面の下地処理と防水層の施工から舗装開始までの間と，アスファルト舗設時の双方で損傷を受ける可能性がある．このため，床版防水層の初期性能は，床版防水層の施工直後の性能（初期性能 1）を有すると同時に，アスファルト舗装施工後の性能（初期性能 2）を有していることが求められ，これらの基本的に有しておくべき性能について照査する必要がある．

(2) 床版防水層は，床版防水層の施工直後から床版と良好に接着していることが必要である．床版防水層施工直後には，床版表面には防水層が露出した状態となり，この上を作業用車両等が通行し，床版防水層に損傷を及ぼす可能性がある．このため，床版防水層には床版防水層施工直後に所定の初期性能 1 を有すことが必要となる．室内における初期性能 1 の照査方法は，以下のとおりである．

③下地と防水層の接着性

下地と床版防水層の接着性とは，様々なコンクリート床版面の性状に対して，床版防水層が保有する接着性をいう．

●供試体の作製；「防水便覧」［付録-1］1．供試体作製による [1)]．

●試験方法；「防水便覧」［付録-1］6．引張接着試験を標準とする．ただし，試験温度は 23±2℃の下でのみとしてよい．

●判定基準；引張接着強度で 1.2N/mm^2 以上（樹脂系プライマーと下地との接着性）
0.6N/mm^2 以上(防水層と下地との接着性)

④施工性

施工性とは，施工時間，施工温度条件，床版水分量，風速，施工箇所の勾配，騒音・臭気の発生，床版面の段差（凹凸・不陸等），床版の損傷等，施工時における様々な制約条件に対して，床版防水層が保有する施工性能をいう．これらの施工時に要求される性能評価については，室内試験等で検証することは困難であることから，施工要領書を確認して，床版防水層が所定の施工性を備えていることを確認する．また本施工と同様な機械編成による試験施工を実施して，検証することがさらに望ましい．

このとき，施工手順等は，施工要領書に従うことが原則である．

施工要領書に記載すべき項目を**表-解 3.4.1** に示す．

●判定基準；当面適切な施工要領書が作成されていることにより，適切な施工性を有しているものと判定する．

表-解 3.4.1　施工要領書に要求される記載内容例

項目	記載内容
1. 工法概要	・工法の名称，分類 ・適用の範囲（地域区分「寒冷地，寒冷地以外」） ・床版防水工を構成する材料の仕様，施工機械
2. 施工条件	・性能を保証できる施工条件と禁止条件（床版の仕上り状態，床版の含水率，降雨，外気温，施工勾配など）
3. 施工手順	・性能を保証できる床版防水工の施工方法（手順フロー） ・各施工過程（準備から舗設作業）における詳細な施工手順と留意事項（養生時間の目安や混合比率など詳しく記載） ・夏期・冬季施工，急勾配時における施工方法および留意点 ・防水層施工後から舗装までの存置期間と留意点 ・施工時の不具合に対する措置方法（具体的に記載） ・施工工程案（300m^{2}当りの標準的な防水層の施工工程を添付）
4. 施工管理	・施工管理項目，管理方法，頻度，管理基準等
5. 出来形検査	・出来形検査の項目，検査手法，検査頻度，基準値等 ・破壊試験後の復旧方法（具体的に記載）
6. 維持管理	・防水層施工後から舗装までの存置期間と留意点 ・供用後の不具合（ポットホールの補修部分の補修方法（補修材料）））
7. 性能照査	・照査結果の一覧表（照査項目，基準値，試験値，判定）

⑤膨れ抵抗性

膨れ抵抗性は、ブリスタリングを再現した試験により確認する．ピンホールについては現地でに手直しを前提に,現場において目視およびピンホールテスターで試験するのが一般的であるため、当面、性能照査の対象とはしない.

●供試体の作製；「防水便覧」[付録-1] 1．供試体作製　に準じる。但し、「防水便覧」では，防水層のみを施工し，防水層と舗装との接着剤を施工しない供試体を用いることとしているが，ここでは，“接着剤までを施工した供試体”を用いることとする.

●試験方法；膨れ抵抗性は以下により確認する.

1) 供試体を 23℃±2℃の恒温水槽に 72 時間全面浸漬する
2) 防水層を浸漬させずに 60℃で 4 時間以上放置する
3) 常温になるまで 2 時間以上放置する
4) 再度、60℃で 4 時間以上放置する
5) 目視にてブリスタリングを確認して判定する

●判定基準；供試体 3 体のうち 2 体以上でブリスタリングが確認された場合，不適とする．なお，供試体 1 体でブリスタリングが発生した場合でも，その供試体でのブリスタリング発生個数が 2 個程度以下で，かつブリスタリング発生面積率が 1%以下でなければならない．なお，ピンホールについては，実地現場において目視およびピンホールテスターで試験するのが一般的であるが，適切に補修することにより，防水システムの性能は確保出来るため，判定の対象とはしない.

本試験の詳細については，巻末の[付録 1]で「防水便覧」のブリスタリング抵抗性試験と比較して示す[2]．なお，本ガイドラインでは，“接着剤までを施工した供試体”を用いることとした．これは，実施工では防水層と接着層の施工後にアスファルトの熱等による負荷が加わるため，その状況を再現することが必要と判断したためである．なお，特に気象条件の厳しい環境で施工するような場合には，現場で試験施工を実施して，膨れ抵抗性を検証すると良い．

膨れ現象には，ブリスタリング現象とピンホール現象があるが，ここでは両者を総称して，膨れ現象と呼ぶ．

ブリスタリングとは，水蒸気圧等により防水層または舗装合材が持ち上げられる現象をいい，床版と防水層との間，防水層と舗装合材との間で生じる．床版と防水層の間で生じるブリスタリングの原因は，主に温度変化（まれに気圧変化）の影響である．すなわち，通常コンクリート床版の空隙には空気や自由水が含まれているが，防水層の施工に伴い防水層に含まれる溶剤が浸入することもある．空隙に含まれる空気，自由水，溶剤が温度変化（まれに気圧変化）により，空気は膨張し，自由水・溶剤は気化・膨張することにより，膜の外に押し出され，防水層の膨れ現象を引き起こす．床版と防水層との間でブリスタリングが生じると防水層の密着性・付着強度が低下し，床版への水の浸入が始まるとともに舗装の損傷が生じる．このようなメカニズムからも容易に想像できるように，床版と防水層との間のブリスタリング現象は，夏期高温で床版コンクリートの水分が多いときに生じやすい．床版と防水層の間で生じるブリスタリング現象は，接着性能確保の観点から，生じてはならない現象である．

また，下地コンクリート内部の水分や気泡，表面の凹凸形状の影響により，防水層にピンホール（ブローホール）と呼ばれる小さい貫通孔が発生する場合がある．ピンホールとは，施工時に下地の床版表面の空隙に閉じ込められた気泡が，防水層が反応固化する間（樹脂系防水材の場合）もしくは冷却固化する間（瀝青塗膜系の場合）に膨張，防水層中を上昇し，防水層に貫通孔を生じさせる現象で，防水性を喪失させる恐れがある．このピンホール現象は，主に下地コンクリートの表面状態（空隙の有無や形状）に影響されるため，防水層の材料設計においては，下地の表面状態にかかわらずピンホールが発生することのないよう，その反応速度や粘性等を検討する必要がある．

⑥はがれ抵抗性

はがれ抵抗性とは，防水層施工中の舗装敷設車輌の走行や作業員の歩行に対する耐荷性，接着性を指す．「防水便覧」では，試験体に接着層の施工を行わずに試験しているが，実施工では，防水層と接着層の施工後に舗設機械による負荷が加わるため，その状況を再現してはがれ負荷試験を行うのがよい．さらに，水浸させることにより，接着層施工後からアスファルト混合物の舗設までの期間が長い場合に，降雨等による雨水が接着層へ浸入する状況を再現することができる．その場合，膨れ抵抗性試験に用いた試験体がそのまま利用できるというメリットもある．

●供試体の作製；「防水便覧」[付録-1] 1．供試体作製　に準じる。但し、「防水便覧」では，防水層のみを施工し，防水層と舗装との接着剤を施工しない供試体を用いることとしているが，ここでは，“接着剤までを施工した供試体”を用いることとする．

●試験方法；事前に供試体を水温 23±2℃の恒温水槽に 24 時間全面水浸させてから，「防水便覧」[付録-1] 11．はがれ負荷試験に準じて，はがれ負荷を与えたのち，目視により防水層にはがれがないことを照査する．

●判定基準；目視でゴム板に防水層が付着していないこと．

⑦局部変形性

局部変形性試験は，防水層の初期性能を確認する目的とするもので，常温（23±2℃）における局部変形性を評価する．

●供試体の作製；「防水便覧」[付録-1] 1．供試体作製　による．

●試験方法；「防水便覧」[付録-1] 12．局部変形性試験による．

●判定基準；へこみ部と健全部の透水量（減水量）の平均の差が 0.1 ml 以下であること

イギリスでは，骨材の押込みは「防水便覧」で設定されている常温以外に，夏期の高温下（40℃）やアスファルト合材の舗設中にも生じることを踏まえて，局部変形性を評価している．参考までにイギリスの局部変形試験方法を巻末の［付録 2］に示す．

(3) アスファルト舗設時，防水層には，1）アスファルトの熱，2）転圧時の骨材の押込み等の負荷が加わる．床版防水層はアスファルト舗設後も十分な防水性能を有することが必要で，アスファルト舗設後の初期性能２を有すことが必要となる．アスファルト舗装施工後の初期性能２としては，次のような項目があり，それぞれについて照査する．

⑧舗装後の防水性

舗装後の防水性とは，防水層施工後に基層アスファルト混合物打設時（特に転圧時）の骨材の押込み負荷やアスファルト混合物の熱により，防水層が損傷して防水性能が損なわれない性能をいう．防水層を設置する橋面舗装の基層舗設時の負荷試験により確認する．

●供試体の作製；「防水便覧」[付録-1] 1．供試体作製　による．

●試験方法；「防水便覧」[付録-1] 3．防水性試験Ⅱによる。すなわち，使用するアスファルト混合物は**表-解3.4.2**のとおりとする．なお，供試体の切り出しをコアボーリングで行うとカッターの刃に防水材が詰まってしまい，切り出しができない場合がある。このような場合には、コンクリートカッターを用いて角形に切り出した供試体で試験を実施してもよい．

表-解 3.4.2　供試体作製に用いるアスファルト混合物の仕様

アスファルト種別	混合物種別
ストレートアスファルト60～80	密粒度アスファルト混合物（13）

※一般的には，舗設温度（締固め温度）は140℃とする．中温化舗装を用いる場合，アスファルト温度が140℃より低いため，使用するアスファルト混合物に応じた温度に設定する．

●判定基準；漏水がないこと．

これに対し、高速道路会社では，舗設抵抗性試験[2)]として，アスファルト混合物を打設した供試体を切断し，その断面を目視で観察し，防水層へのアスファルト混合物中の骨材の食い込みを確認して，基層アスファルト混合物打設時の影響を評価している．

⑨舗装後の接着性・せん断抵抗性

床版防水層は，その上に施工されるアスファルト混合物の熱によって舗装と一体となるため，混合物の温度が低いと舗装用接着剤が十分に溶融せず，床版防水層とアスファルト舗装の接着性が基準値を満たさないことが懸念される．ここでは，混合物の施工温度範囲の下限側であっても，十分な接着性が確保されることを確認する．

●供試体の作製；「防水便覧」[付録-1] 1．供試体作製による．

●試験方法；「防水便覧」[付録-1] 6．引張接着試験，7.せん断試験　により，接着性，せん断抵抗性を確認する．但し，使用するアスファルト混合物およびアスファルト舗装の舗設条件は**表-解3.4.3**のとおりとする．ここで，種別Ⅰは，アスファルト混合物および下地コンクリート（供試体）が低温時における舗設転圧時の熱および荷重を与えることを目的としたもので，種別Ⅱは，アスファルト混合物および下地コンクリート（供試体）が通常の条件における確認を目的としたものである．なお，供試体の切り出しをコアボーリングで行うとカッターの刃に防水材が詰まってしまい，切り出しができない場合がある．このような場合には，コンクリートカッターを用いて角形に切り出した供試体で試験を実施してもよい．また，引張接着試験において，供試体を切り出してその両側に治具を貼り付けて，試験を実施する場合もある．

表-解 3.4.3　舗装後の防水性評価におけるアスファルト舗装の舗設条件

種別	アスファルト種別	混合物種別	舗設温度[注1)]	供試体温度
Ⅰ	ストレートアスファルト60～80	密粒度アスファルト混合物（13）	110℃	5℃
Ⅱ			140℃	23±3℃

注1）中温化舗装を用いる場合，舗設温度（締固め温度）が140℃より低いため，使用するアスファルト混合物に応じた温度に設定する．

●判定基準；舗装後の引張接着試験・せん断試験で**表-解 3.4.4** に示す値以上であること．

表-解 3.4.4　引張接着試験・せん断試験の判定

試験名	試験温度	合否判定の目安)
引張接着試験	23±2℃	強度0.6N/mm² 以上
せん断試験	23±2℃	強度0.15N/mm² 以上
		変位量0.15mm以上

⑩水浸後の接着性

水浸後の接着性とは，コンクリート床版に水が浸透した場合あるいは舗装内に水が滞水した場合の床版防水層と下地床版，もしくは舗装との接着性を確認するものである．この試験では，試験治具を施工する前に下地材コンクリートに切り込みを入れるため，防水層内部に水が溜まった状態でも，引張接着強度をある程度保持できる性能を確認することができる．

●供試体の作製；「防水便覧」[付録-1] 1．供試体作製　による．

●試験方法；「防水便覧」[付録-1] 8．水浸引張接着試験　による．

●判定基準；水浸前の引張接着強度の 50%以上であること．

3.5　耐久性能の照査

(1) 供用期間中に床版防水システムが所定の性能を有することを確認するために，床版防水システムの耐久性能について照査する．

(2) 床版防水層の耐久性能としては，⑪温度変化および薬品負荷に対する抵抗性，⑫輪荷重繰返し負荷抵抗性，⑬ひび割れ開閉負荷抵抗性，⑭凍結融解負荷抵抗性，⑮繰返しせん断負荷抵抗性などがあり，床版防水層はこれらの負荷を受けた後においても，所定の防水・遮塩性，接着性を有すことが必要である．

【解説】

(1) 床版防水システムには，計画された供用期間中において床版と床版防水層とが堅固に接着し，所定の耐久性を発揮することが求められるため，後述するような各種負荷を与えた後の床版防水層の性能を確認して，その耐久性能を照査することとした．

(2) 床版防水層の耐久性能に影響を及ぼす負荷として，⑪温度変化および薬品負荷，⑫輪荷重繰返し負荷，⑬ひび割れ開閉負荷，⑭凍結融解負荷，⑮繰返しせん断負荷を取り上げる．また，床版防水層の耐久性能としては，防水・遮塩性，接着性，せん断抵抗性について，これらの負荷を受けた後に所定の性能を有していることを確認することとした．

⑪温度変化および薬品負荷に対する抵抗性

床版防水層は，供用下で高温・低温の温度条件にさらされる．地域によっては，朝夕の温度変化が大きい場合や化学物質等の作用により，防水層自体の劣化が懸念される．床版防水層は，これらの作用に対して安定で，かつ，負荷を受けた後でも所定の防水性・接着性・せん断抵抗性を有している必要がある．

●供試体の作製；「防水便覧」[**付録-1**] 1．供試体作製　による．

●温度変化および薬品負荷の与え方；温度変化および薬品負荷の与え方は，以下による．

1) 23±2℃の飽和水酸化カルシウム溶液中に 16 時間浸漬

2) -10±2℃（通常の場合），-20±2℃（寒冷地の場合）の恒温槽で 4 時間冷却

3) 50±3℃の別の恒温槽で 4 時間

4) 以上を 1 サイクルとして，これを 30 サイクル繰り返す

●確認試験方法；「防水便覧」[**付録-1**] 3．防水性試験Ⅱ、6．引張接着試験、7.せん断試験　により，防水性，接着性，せん断抵抗性を確認する．試験温度は 23±2℃のみとしてよい．

以上の試験方法は，高速道路会社で採用されている温度変化および薬品負荷試験 [2)]に準じている．

●判定基準；温度変化および薬品浸漬負荷を受けた後，漏水を生じず，かつ**表-解 3.4.4** に示した引張接着強度・せん断抵抗性を有していること．

⑫輪荷重繰返し負荷抵抗性

床版防水層は，所定の防水性・接着性・せん断抵抗性を有している必要がある．供用下の床版防水層は，交通荷重つまり車両の輪荷重の繰返し負荷を受けることとなるが，輪荷重負荷に対して，「床版＋防水層＋舗装」の三位一体で安定していることが求められる．具体的には，輪荷重の繰返し負荷を受けた場合，舗装の圧縮や流動による変形（これらの変形は特に高温時に生じやすい），舗装骨材の食い込み等の発生が危惧されるが，輪荷重負荷後においても防水性および接着性，せん断抵抗性に関して，所定の性能を有している必要がある．

●供試体の作製；「防水便覧」[**付録-1**] 1．供試体作製　による．

●試験方法；「防水便覧」[**付録-1**] 13．ホイールトラッキング負荷試験　による．

ただし，輪荷重負荷後の照査試験温度は，23±2℃のみとしてよい．

●判定基準；輪荷重繰返し負荷を受けた後でも、漏水を生じず，かつ**表-解 3.4.4** に示した引張接着強度・せん断抵抗性を有していること．

⑬ひび割れ開閉負荷抵抗性

コンクリート床版のひび割れは，交通荷重だけでなく乾燥収縮や鉄筋の腐食，さらには連続桁や連続スラブの中間支点部における負の曲げモーメント等によって生じる（**図-解 3.5.1**）．このうち，床版防水層と接するコンクリート床版上面のひび割れは，床版防水層の耐久性に大きな影響を与える．すなわち，ひび割れが発生したコンクリート床版上の床版防水層は，ひび割れが輪荷重もしくは温度変化などによって開閉した場合，ひび割れの幅と開閉量およびその繰返しに対応して伸縮できる性能を有する必要がある．

●供試体の作製；「防水便覧」［**付録-1**］1．供試体作製　による．

●試験方法；「防水便覧」［**付録-1**］14．ひび割れ開閉負荷試験　に準じる．

●判定基準; ひび割れ開閉負荷を受けた後でも，漏水のないこと．

なお我が国においては，これまでひび割れ開閉負荷を常温状態（23℃）で与えてきたが，欧州の各機関では，冬季の低温下におけるひび割れ開閉負荷が床版防水層の性能評価にとって非常に重要であり，どれだけの低温に耐えられるかでこの性能評価が決まるという認識を持っている[3)]．巻末の［付録3］を参照されたい．こうした理由から，我が国の試験機関でも低温下（－10℃，－20℃など）におけるひび割れ開閉負荷試験の実施が検討されている．

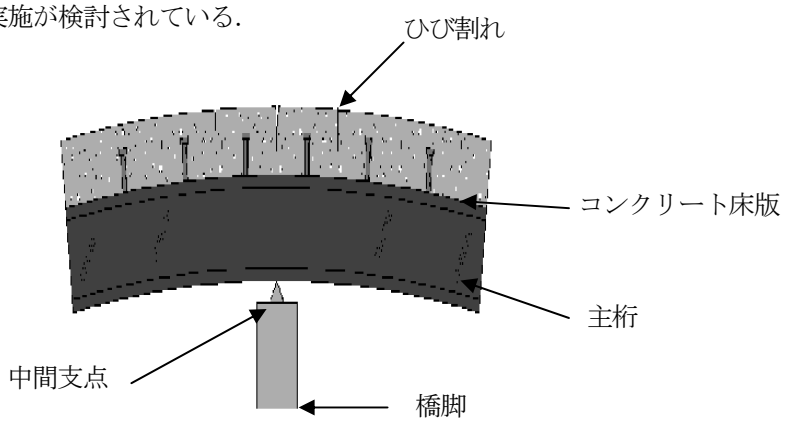


図-解 3.5.1　荷重載荷による床版変形の例

⑭凍結融解負荷抵抗性

寒冷地では，昼夜の温度変化によってコンクリート床版および床版防水システムが凍結融解作用を受けることがあり，凍結融解繰返し負荷が大きい場合には，床版防水層が劣化する恐れがある．そのため，寒冷地に使用する床版防水層は，凍結融解繰返し負荷に耐えて，所定の防水性・接着性・せん断抵抗性を保持する必要がある．

●供試体の作製；「防水便覧」［**付録-1**］1．供試体作製　による．

●凍結融解繰返し負荷の与え方；凍結融解繰返し負荷の方法については，現状では未確定の部分も多いが，巻末の**[付録 4]**に凍結融解負荷方法（案）を示す．

●確認試験方法；「防水便覧」［**付録-1**］3.防水性試験Ⅱ，6．引張接着試験　による．

●判定基準；現状では凍結融解作用の影響については，結論が得られていないため，判定基準を明示することはできないが，凍結融解負荷を受けた後，漏水を生じず，かつ**表-解 3.4.4**

に示した引張接着強度・せん断抵抗性を有していることが望ましい.

⑮繰返しせん断負荷抵抗性

供用下の床版防水層への主たる荷重作用として，輪荷重によるせん断力がある．輪荷重が載荷されたとき，例えば，防水層には以下のようなせん断力が負荷されることになる.

1）活荷重の作用による板曲げに起因するせん断力（**図-解 3.5.2**）

2）輪荷重作用による舗装の 3 次元的な塑性変形であるわだち掘れに伴って，アスファルト混合物が流動することにより生じるせん断力（**図-解 3.5.3**）

3）舗装とコンクリート，防水材の線膨張係数の差により生じるせん断変形によるせん断力

4）車両の急減速に伴う制動荷重や，曲線線形での車両への遠心力による横荷重に伴うせん断力

これらの内，2）および 3）については実験・研究ともに未解明な部分が多く，定量的な評価が困難な状況にある．このため，せん断力に関する検討においては，輪荷重作用による曲げに伴うせん断力や制動荷重，遠心荷重に伴うせん断力に着目することが一般的である.

輪荷重作用による繰返しせん断力が負荷されると，防水層の接着力が消失し，防水層と舗装間の付着切れによる舗装の流動変形，ホップアウトが発生することが懸念される．これに関して，研究レベルではあるが，防水層種を複数変化させ，輪荷重の繰返し負荷を加えた実験で，防水層の接着力が高いと舗装の流動変形が小さく，接着力が低いと舗装の流動変形が大きくなる結果となったことも確認されている[4)]. 床版防水層は供用下での輪荷重作用による繰返しせん断負荷に対して，計画供用期間中，「床版＋防水層＋舗装」の三位一体で所定の疲労耐久性を有している必要がある.

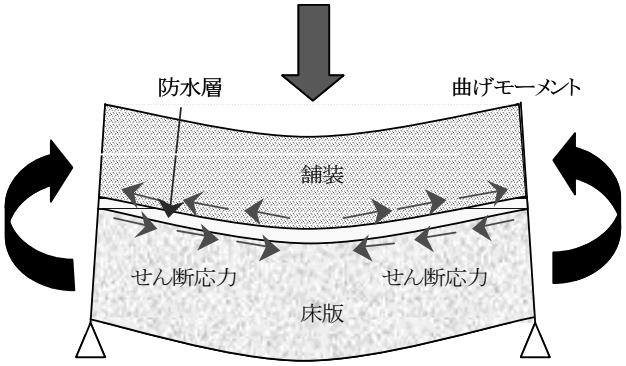


図-解 3.5.2　活荷重の曲げに起因するせん断応力の発生機構

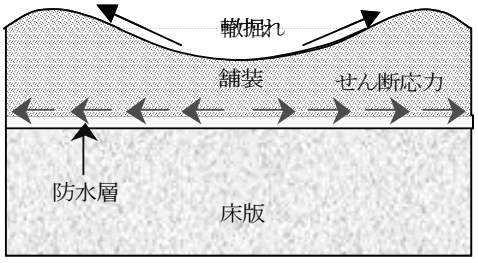


図-解 3.5.3　舗装のわだち掘れ発生過程において生じるせん断応力の発生機構

●供試体の作製；「防水便覧」**[付録-1]** 1. 供試体作製　による.

●試験方法；「防水便覧」**[付録-1]** 15. せん断疲労試験　による.

●判定基準; せん断応力振幅が 0.15N/mm^2 以下で，床版防水層なしの結果を下回らないこと.

3.6 排水性の照査

(1) 床版防水システムには、設計で目標とされる供用期間において，橋面，舗装内および防水層上の水を排水する設備および機能が必要である．

(2) 排水設備および機器が適切に設置されていることを照査する．

【解説】

(1) 床版防水システムでは，雨水や塩化物の床版への流入を防ぐ目的で，橋面，舗装内および防水層上の水を速やかに適切に排水する必要がある．そのためには，設計時において橋梁の置かれた環境や床版構造の条件などを考慮した排水計画と排水設計が不可欠であり，さらに設計で目標とされる供用期間において，定期的な維持管理が必要である．

(2) 排水性の照査については，試験等により確認できないため，排水設備および機器が適切に設置されていることを，排水計画・設計において確認する．排水計画および排水設計に関しては，**第４章**で取り扱う．

3.7　維持管理性の照査

計画供用期間中の当該橋梁が置かれている供用環境下において，必要な場合には，要求される使用状態に適するように，復旧ができる維持管理性を照査する．

【解説】

床版防水システムでは，長期にわたる供用で交通荷重，温度変化，雨水や塩化物の流入，床版のひび割れ，化学物質の浸透等の影響を受け，防水性，接着性，せん断抵抗性等の性能が保持できなくなる可能性がある．維持管理の観点からは，この種の性能低下は，早期に発見され，部分的に復旧・回復することにより，事後の性能が確保されることが望ましい．また，舗装表層の打換え時もしくは部分補修時に，防水層が悪影響を受けないことも必要である．

床版防水層の不具合は直接確認できないため，現状では，舗装の損傷や床版下面からの水漏れの確認で行っている．

不具合が見つかった場合には，早期の機能回復が必要である．

一般に維持管理性（復旧性）を求める場合は，下記のいずれかの方法により照査する．

a）施工要領書に，補修時の防水機能が回復する補修方法が明記されている

b）試験施工等により，防水機能が確実に回復するシステムであることを確認する

【第3章　参考文献】

1）（社）日本道路協会；道路橋床版防水便覧，2007.3

2）東・中・西日本高速道路（株）；試験法433（床版防水品質試験方法），2010.7

3）（株）高速道路総合技術研究所，（社）日本建設機械化協会施工技術総合研究所，（財）災害科学研究所社会基盤維持管理研究会；欧州床版防水システム調査報告書，2009.5

4）青木康素，大西弘志，松井繁之，田口仁；床版防水システムのせん断付着疲労耐久性評価に関する研究，第５回道路橋床版シンポジウム講演論文集，2006.6

第 4 章　床版防水システムの設計

4.1　設計一般

(1) 床版防水システムの設計は，計画供用期間内に床版コンクリート面に水が浸入しないように設計し，仮に床版面に浸入した水に対し，速やかに床版外に排水できるように設計する必要がある．よって，床版防水システムの設計は，床版防水層の選定，床版防水層の設計，排水設備の設計からなる．

(2) 床版防水システムは，床版，舗装，床版防水層，端部防水層および排水設備で構成するものとする．

【解説】

(1) 床版防水システムの設計に際しては，床版防水層の設計のみならず，排水設備を設計する必要がある．

(2) 床版防水システムとは，床版，床版防水層（端部防水層を含む），舗装，排水設備など，床版を水などから保護するすべての防水機構の総称をいう．排水設備とは，舗装内に滞留する雨水などを速やかに排水するために設置される排水枡，導水帯，床版の水抜き孔などの排水装置の総称をいう．

床版防水システムが有効に機能するための断面構成例を**図-解 4.1.1** に示す．

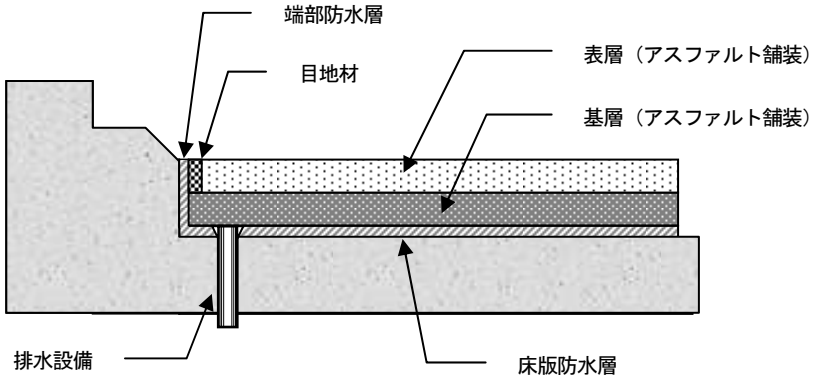


図-解 4.1.1　床版防水システムの標準断面構成例

床版には，全面に床版防水層を設置するとともに，端部には端部防水層を地覆（縁石）の側面まで設置する必要がある．床版の端部は，路面排水の導水路であり，舗装と地覆（縁石）との境界面などからの漏水が懸念される部分である．これら端部からの漏水は，縁石下面や壁高欄の打継目などを伝い，張出部の床版下面において塩害による変状の要因となる．舗装からの漏水により，床版防水層の上面に雨水および塩化物などが滞留し舗装や床版防水層の劣化が促進される．このことから，床版防水システムは，防水層の設置のみではなく，雨水などを速やかに排水するために，適切な排水設備を設置することとする．

4.2 床版防水層の選定

(1) 床版防水層は，道路橋床版の供用環境，施工環境，維持管理性を勘案した上で，橋梁ごとに要求性能を設定し，この要求性能を満たす材料を選定することを基本とする．

(2) 一般的な供用環境の床版防水システムに用いられる材料に要求される性能は，**表 4.2.1** のように設定する．

表 4.2.1　一般的な供用環境の床版防水層に要求される性能

区　　分	床版防水層に要求される性能
カテゴリー１	材料性能，初期性能に加え，寒冷地および重交通路線に対応する耐久性
カテゴリー２	材料性能，初期性能に加え，重交通路線に対応する耐久性
カテゴリー３	材料性能，初期性能に加え，寒冷地に対応する耐久性
カテゴリー４	材料性能，初期性能に加え，一般的な路線に対応する耐久性
カテゴリー５	材料性能，初期性能

【解説】

(1) 床版防水システムの設計では，個々の橋梁の供用環境や維持管理性などの特性に応じて，床版防水へ求める性能を設定した上で，**表-解 3.2.1** の要求性能一覧に適合する適切な材料を選択する必要がある．性能照査に際しては，下記の事項に留意し設定すると良い．

①コンクリート床版の供用環境

コンクリート床版の供用環境などより，予測される劣化要因をあらかじめ推定するとともに，変状の進行程度を予測した上で要求性能を設定すると良い．

一般的に床版の供用環境による変状要因としては，疲労，塩害，凍害などによる劣化などが挙げられる．これらの要因は，次の項目と因果関係が深いことから，要求性能の設定に際しては**表-解 4.2.1** を参考にすると良い．

表-解 4.2.1　劣化要因と供用環境による因果関係（例）

供用環境 ＼ 変状要因	■路線規格 ・大型車混入率 （大）	■路線特性 ・凍結防止剤散布 （有），もしくは 海岸飛沫環境	■周辺環境 ・外気温 （低温環境）
疲　　労	◎		
塩　　害		◎	
凍　　害		○	◎

各路線には交通量や外気温，凍結防止剤の散布の有無など，様々な供用環境が存在し，路線の特性を踏まえた要求性能を設定することも重要である．特有な要求性能としては下記が挙げられる．

重交通路線では，床版の疲労損傷が危惧され，さらに，ひび割れへの雨水などの浸入などにより床版の変状が加速することから，交通荷重に対する耐久性が求められる．

ここで，本ガイドラインでは，重交通路線を概ね計画交通量4,000台/日以上，もしくは大型車500台/日以上（2方向）の道路とした．この交通量は，道路構造令の計画交通量（全車両）の区分を参考に設定した（**表-解4.2.2**）．

表-解4.2.2 計画交通量の区分（道路構造令[1]第３条第２項より抜粋）

第3種（地方部）　第3種道路の等級

道路の別	地形の別	計画交通量（１日当たりの自動車通過台数）				
		20,000以上	4,000以上 20,000未満	1,500以上 4,000未満	500以上 1,500未満	500未満
一般国道	平地部	第1級	第2級	第3級		
	山地部	第2級	第3級	第4級		
都道府県道	平地部	第2級		第3級		
	山地部	第3級		第4級		
市町村道	平地部	第2級		第3級	第4級	第5級
	山地部	第3級		第4級		第5級

第4種（都市部）　第4種道路の等級

道路の別	計画交通量（１日当たりの自動車通過台数）			
	10,000以上	4,000以上 10,000未満	500以上 4,000未満	500未満
一般国道	第1級		第2級	
都道府県道	第1級	第2級	第3級	
市町村道	第1級	第2級	第3級	第4級

寒冷地の路線では，低温時における防水材料の性能低下が危惧されることから，低温下における抵抗性を有するとともに，床版面などに介在する水の凍結融解作用に対する抵抗性を有する材料を選定すると良い．また，寒冷地では一般的に凍結防止剤の散布量も多く，床版上面の塩害が危惧されることから，防水性能の高い材料で耐久性を有する材料を選択すると良い．ここで寒冷地とは，道路橋示方書[2] Ⅰ共通編でいう寒冷な地方（北海道，東北地方など）と同じと考えれば良い．加えて，凍結防止剤を散布する路線は，寒冷地に含めるのが良い．参考として，日本の２月（最低）の気温の分布を示す（**図-解4.2.1**）．

路線特性として，塩害の影響を受けやすい環境にある場合（道路橋示方書[2] Ⅲコンクリート橋編の塩害影響地域）においては，防水性の高い材料で耐久性を有する材料を選択すると良い．

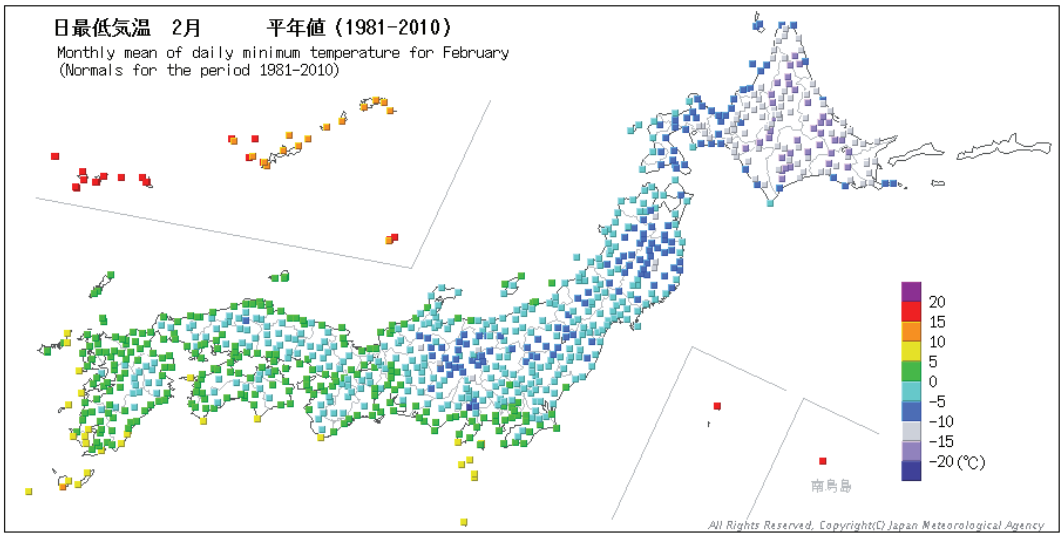


図-解 4.2.1　日本における最低気温の分布（気象協会 HP より抜粋）

②床版防水層の施工環境

床版防水層の施工環境は，床版面の状態，床版の勾配，施工時の外気温，防水層上の車両等の通行に分類される．

施工時の外気温が30℃程度以上となるような環境下で床版防水層の施工を行うような場合については，ブリスタリングやピンホールの発生が懸念されることから，膨れに対して抵抗性を有する材料を選定すると良い．

床版防水層を設置するコンクリート床版面には，レイタンス，凹凸，油脂，水分などの床版防水層の性能を低下させる要因が存在することから，事前に防水材料との相性やそれらの除去程度など措置方法について確認しておく必要がある．

施工時の勾配が5%以上となる床版で，かつ外気温の高い夏場に施工を行う場合などでは，重機の輪荷重の影響や舗設熱の影響などにより，防水層にズレなどが生じる可能性があることから，高温時のせん断抵抗性を有する材料を選定すると良い．

防水層を施工した後に防水層面に工事用車両が頻繁に通行するような施工環境の場合は，車両通行の輪荷重の影響によるはがれに対する抵抗性を有する材料を選定すると良い．

施工時の臭気が周辺家屋などに問題となる場合は，施工時の臭気の低い材料を選定することも可能である．

このように，床板防水層を施工する環境も様々であり，防水材料もそれぞれ異なる抵抗性を有していることから，これらの施工環境に留意する必要がある場合には，材料特性を踏まえて材料を選定することが重要である．

③床版の維持管理性

道路橋の床版が水の影響を受けて変状した場合，その変状が構造物に与える影響は構造形式によって異なる．例えば，鉄筋コンクリート床版が凍結防止剤による塩害によって変状した場合，変状部分を除去し断面修復を行うことで健全性は回復するが，プレストレストコンクリート橋（床版）（以下「ＰＣ橋」という）の場合は，プレストレスの喪失が懸念されるため，安易に変状部分を除去することができず，断面修復工法などで補修することが困難となる．また，ＰＣ橋の場合は，鉄筋の他にＰＣ鋼材が配置されていることから，ＰＣ鋼材の腐食が危惧される．ＰＣ鋼材の腐食は，ＰＣ橋の健全性を著しく低下させる要因

となる．このように構造形式の特性を理解した上で，床版防水システムの設計を行う必要がある．

変状した床版の補修･補強に際しては，道路橋の使用状況によっては，部分的な交通規制や場合によっては通行止め規制などを行わなければならない場合も多く，社会的な影響を与える場合がある．このことから，路線特性によっては，規制回数を極力減らすことが求められる場合もあることから，これらを考慮し要求性能を設計すると良い．

(2) 床版防水システムで使用される各材料には，3 章で示したような様々な性能が要求される．このため，床版防水の設計に際して管理者および設計者は，橋梁の使用環境，施工環境，維持管理性・復旧性に応じた要求性能を設定，性能を照査し，所定の性能を有することが確認された材料の中から床板防水層を選定することが望ましい．しかしながらこの場合，個別の橋梁毎に要求性能を設定して，その性能を照査する必要があるため，経済性・利便性の面から，合理的とは言えない面がある．

一方で，床版防水システムの機能，すなわち防水機能を損なう最大の要因は，経年に伴う劣化＝耐久性能の不足と言える．現在までの経験より，床版防水システムの耐久性能に大きな影響を及ぼす要因は，“交通量”と“気候条件”であることがわかってきた．このため，本ガイドラインでは，標準的な施工・供用環境下で使用される床板防水層に要求される耐久性能を，交通量と気候条件で整理し，**表-解 4.2.3** に示すようなカテゴリー1～5 の要求性能を設定することとした．ただし，現地の判断により，個別の要求性能を設定する必要がある場合はこの限りではない．

表-解 4.2.3　床版防水層のカテゴリー

区分	内　　容
カテゴリー１	材料性能，初期性能および一般的な耐久性能※3に加え，重交通路線，寒冷地域における耐久性能※1，2を求めた床版防水層
カテゴリー２	材料性能，初期性能および一般的な耐久性能※3に加え，重交通路線における耐久性能※1を求めた床版防水層
カテゴリー３	材料性能，初期性能および一般的な耐久性能※3に加え，寒冷地域における耐久性能※2を求めた床版防水層
カテゴリー４	材料性能，初期性能および一般的な耐久性能※3を求めた床版防水層
カテゴリー５	材料性能，初期性能を求めた床版防水層

※1　重交通路線における耐久性能とは，床版部分の輪荷重繰返し，およびひび割れの開閉作用による耐久性，防水層部分に生じる繰返しせん断（疲労）による耐久性をいう．

※2　寒冷地における耐久性能とは，低温環境化における凍結融解作用による耐久性，供用期間中における温度変化（-20℃～50℃）による耐久性をいう．

※3　一般的な耐久性能とは，交通輪荷重による舗装変形に対する耐久性，供用期間中における温度変化（-10℃～と 50℃）による耐久性をいう．

ここで，カテゴリー５では，耐久性能に関する項目は要求しておらず，施工段階における防水性能および付着性能といった材料性能，初期性能のみを要求性能としている．このため，一般道・高速道ともに，長期の耐久性が要求される構造物に対しては，カテゴリー１～４に適合する床版防水層の選定が標準となる．

５つのカテゴリーは，日本全体の橋梁を対象とした場合に，必要と判断される性能の考え方の例として示した．例えば，高速道路や都市部の橋梁では，補修工事を実施した時に道路利用者が受ける経済損失が大きいため，耐久性に優れたカテゴリー２（寒冷地ではカテゴリー１）に適合する床版防水層が要求される．

また，地方道の場合には，一般的な耐久性能を求めたカテゴリー４（寒冷地ではカテゴリー３）に適合する床版防水層を使っておくことが，将来の維持管理費を低減し，長い目でみれば，カテゴリー５を使った場合より，経済的に有利となり得る．さらに，災害時の緊急対応路線や生活道路として重要性の高い路線にある道路橋など，工事を実施する橋梁(路線)の重要度を考慮して，道路管理者が適宜設定する必要がある．

ここで設定した床版防水システムの要求性能項目について**表-解 4.2.4** にまとめる．床版防水層はこれらの要求性能を満たす床版防水層から選定する．床版防水層がこれらの要求性能を満たしているか否かについては，性能照査試験を実施して，もしくは既往の試験結果を用いて確認する．照査試験における合否判定については，第３章にそれぞれの性能の判定基準を示した．

また，床版防水層の選定に際しては，**図解 4.2.3** のフローを参考にすると良い．なお，既設橋の対応については，**第 6 章**で述べる．

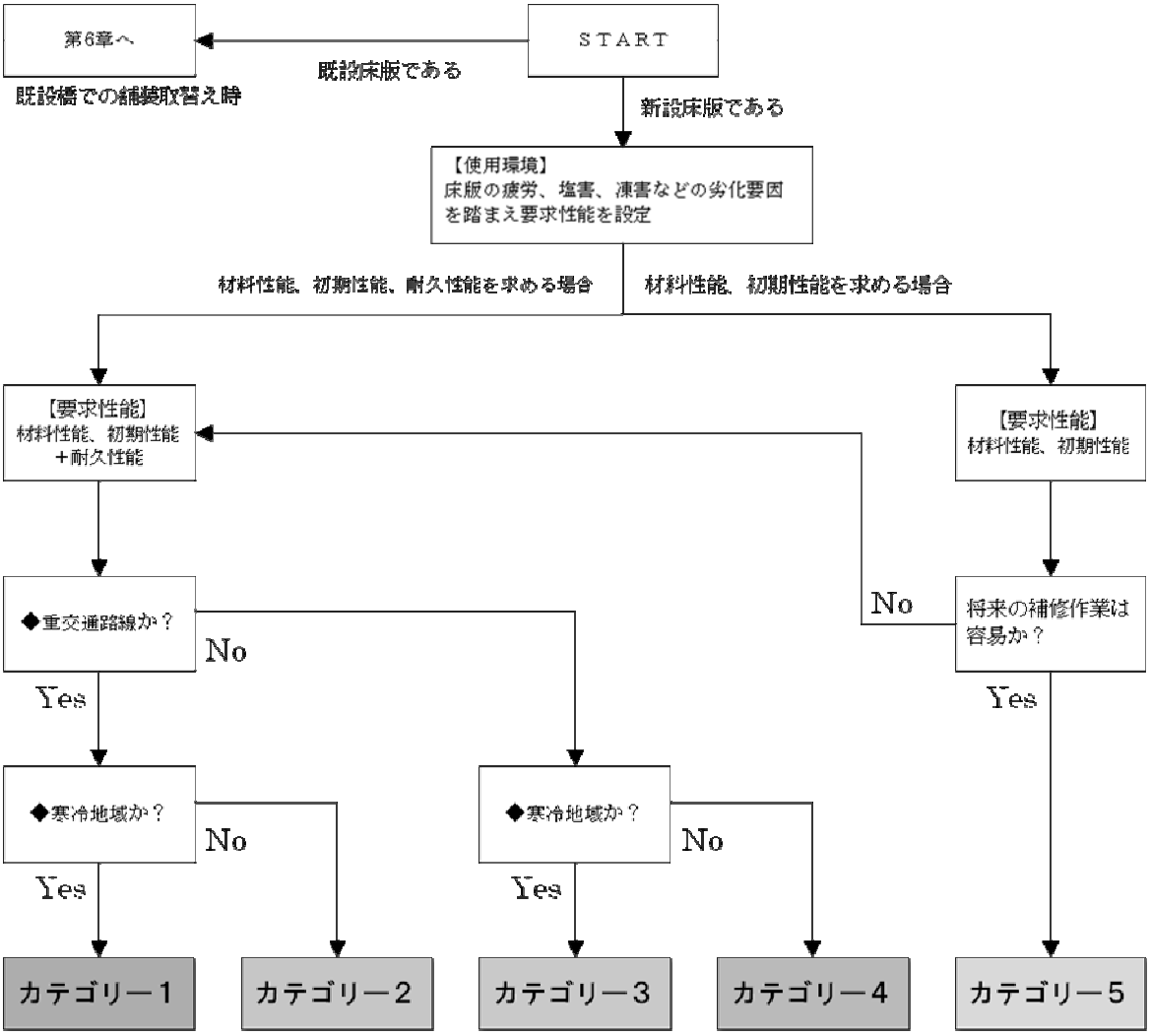
表-解4.2.4　カテゴリー1～5の要求性能と性能照査項目

要求性能	その性能が要求される段階・時期	要求性能の細目	要求性能のカテゴリー				
			1	2	3	4	5
材料性能	材料の製造・運搬	①品質安定性	○	○	○	○	○
	材料の製造から供用終了までの全期間	②環境安全性	○	○	○	○	○
初期性能	防水層の施工から舗装開始までの間	③下地と防水層の接着性	○	○	○	○	○
		④施工性	○	○	○	○	○
		⑤膨れ抵抗性	○	○	○	○	－
		⑥はがれ抵抗性	○	○	○	○	－
		⑦局部変形性	○	○	○	○	－
	アスファルト舗装の施工後	⑧舗装後の防水性 1)	○	○	○	○	○
		⑨舗装後の接着性・せん断抵抗性 2)	○	○	○	○	○
		⑩水浸後の接着性	○	○	○	○	○
耐久性能	供用中	⑪温度変化および薬品浸漬に対する耐久性 2)	○	○	○	○	－
		⑫輪荷重繰返しに対する耐久性	○	○	○	○	－
		⑬ひび割れ開閉負荷に対する耐久性	○	○	－	－	－
		⑭凍結融解抵抗性 2)	(○)	－	(○)	－	－
		⑮せん断疲労抵抗性	○	○	－	－	－

(○)：現段階において試験方法が明確ではないが，その性能を照査することが望ましい

注１）防水層表面の剥がれは防水層の表面温度が上昇する夏季に生じるため，はがれ負荷の試験温度は工事の時期に応じて設定すると良い.

注２）カテゴリー１，３（寒冷地対応）の場合，試験時の温度（低温）を-20℃として，カテゴリー２，４の場合の低温は，-10℃として実施する.



図解4.2.3　床版防水層の標準的な選定フロー（新設）

4.3　床版防水層の設計

(1) 床版防水の計画に際しては，道路橋の供用環境などを勘案した上で，床版防水の設置形状などの計画を行う必要がある．

(2) 端部防水層を壁高欄の側面まで立ち上げるような場合には，紫外線にさらされる部分については耐候性を有する必要がある．

【解説】

(1) 床版防水の計画においては，床版防水システムを有効に作用させるために床版全面および端部において，床版(端部)防水層を設ける必要がある．これは，床版部分のみならず，壁高欄や地覆などの端部からの漏水を防ぐことを目的としている．また，舗装の端部においては，舗装と地覆などの境界面から漏水することから，目地材を用いて止水することが有効である（**図-解 4.3.1**）．同時に，床版防水の設置範囲などを明確に示す必要がある．

また，床版防水層と端部防水層が異種材料となる場合には，異種材料の界面の付着性能の確認がなされていることを確認した上で計画する必要がある．

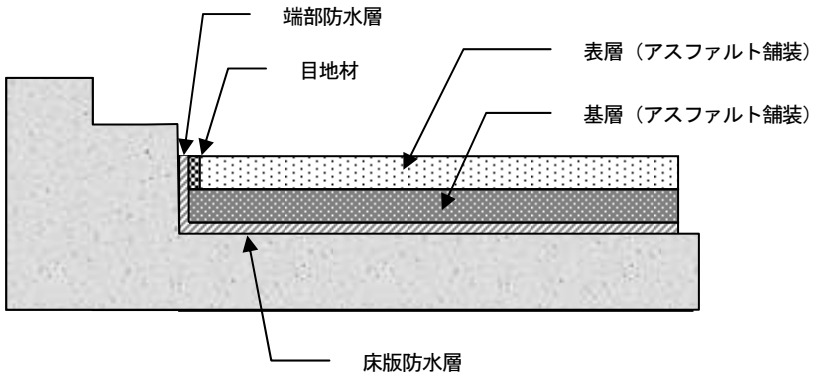


図-解 4.3.1　標準的な床版防水システムの構成例

(2) 凍結防止剤などの影響を考慮し，床版防水層を端部まで立ち上げる場合で，紫外線の影響を受ける部分については，紫外線に対して耐候性を有する必要がある．なお，端部防水層が耐候性を有しない場合については，端部防水層を被覆する端部保護材を設置し対応する必要がある．

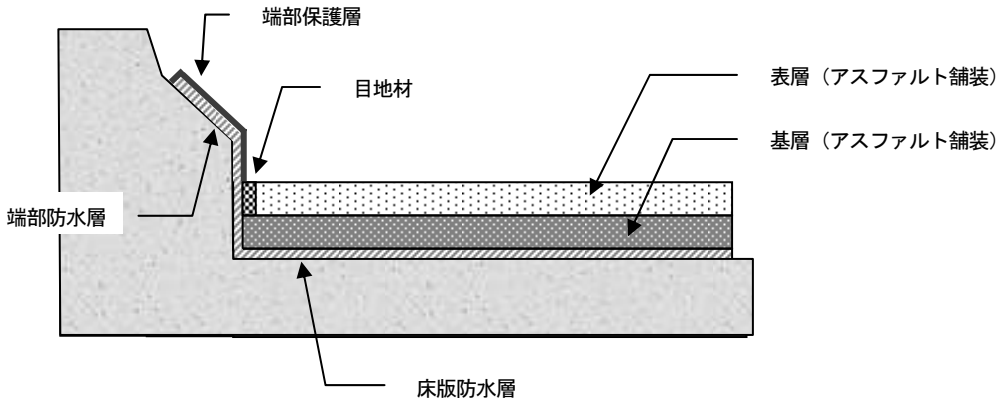


図-解 4.3.2　地覆部分まで被覆する場合の構成例

端部防水層の施工範囲は，壁高欄角部の豆板部分からの漏水防止やコバ部（端部）からの損傷（はがれ）防止を目的とし**図-解 4.3.2** に示すように，縁石，地覆，壁高欄に沿った形状で設置すると良い.

4.4　排水設備の設計

(1) 排水設備は，路面および床版防水層の直上の舗装内に滞水した水を排水することを目的に設置する．
(2) 舗装と地覆，縁石との境界部などの継ぎ目部からの漏水を防止するよう配慮する必要がある．
(3) 床版防水層の上面に滞水する水を適切に排水するために水抜き孔などを設置する．
(4) 排水設備によって排水した水は，既設排水管に接続するなど，適切に流末処理しなければならない．

【解説】

(1) 排水設備は，雨水などの滞留による舗装の劣化を抑制することのみならず，万一，防水層が防水性能を保持できなくなった場合においても，雨水などを速やかに排水することにより，コンクリート床版の劣化を極力遅らせるために設置するものである．防水層上の滞留水は，舗装部分が水浸された状態となり，夏場には滞留水が温度上昇し，舗装の早期劣化の原因となることや，輪荷重の影響を受けて滞留水が流動し，舗装と防水層の付着性を低下させることも考えられる．このことから，**図-解 4.4.1** および**表-解 4.4.1** に示すように排水枡や水抜き孔，導水帯，導水パイプなどの排水設備を設け，速やかに排水させるよう計画する．

床版上面の排水計画については，構造物の計画段階より，床版の勾配などを考慮した上で排水設備の構造形式や配置計画，流末処理などについて計画する．また，床版の施工後は床版の凹凸などの仕上り状態に応じて排水設計の修正を行い，必要に応じて水抜き孔を設置するなどの措置を講じる必要がある（**図-解 4.4.2** および**図-解 4.4.3**）．

縦断勾配の最も低い伸縮装置の手前付近や，線形の凹部などの滞水しやすい部分は，適宜，排水枡や水抜き孔を設け，防水層の上面に滞水させないよう計画する．水抜き孔の設置間隔などは，縦断・横断勾配など排水勾配形状などに応じて計画する．

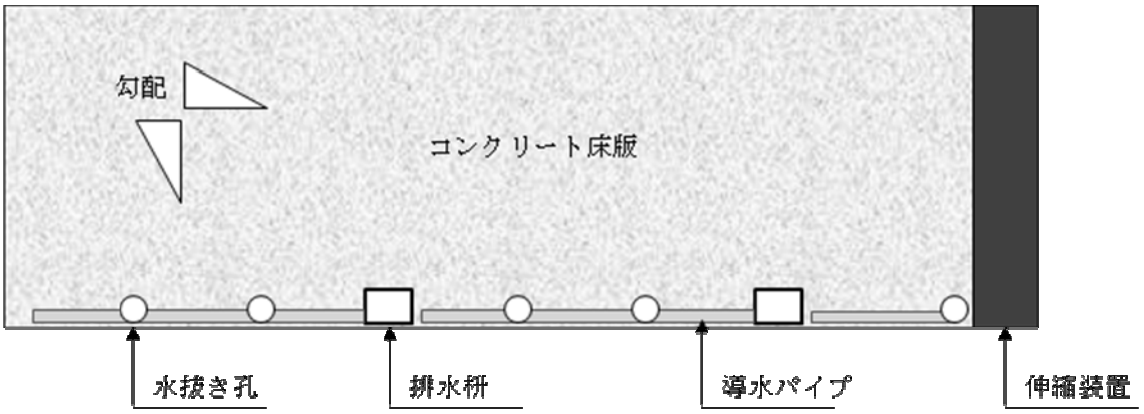


図-解 4.4.1　排水設備の設置例

表-解 4.4.1　床版の水抜き孔設置間隔の規定例[3)]

縦断勾配	設置間隔（m）
1%以下	5
1%を超える場合	10

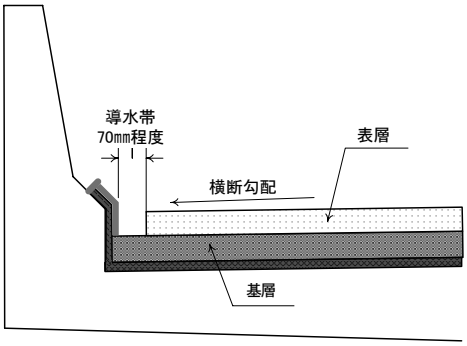


図-解 4.4.2　導水帯の設置例[4)]

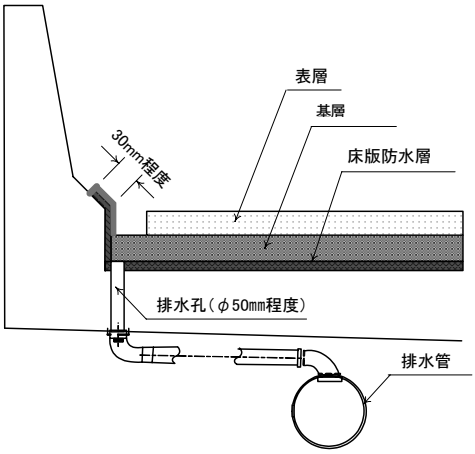


図-解 4.4.3　水抜き孔の設置例[4)]

(2) 排水枡周辺部は，排水枡側面と床版との間から漏水することが懸念される．このため，排水枡周辺部は特に水の浸透を防止するような配慮が必要であり，排水受け枡と床版の継ぎ目は確実に防水する必要がある．また，排水枡は，**図-解 4.4.4** に示すように上枡と受け枡に分離した高さ調整のできる 2 層構造タイプを用いることが望ましく，受け枡の据付け高さは床版面以下に施工する必要がある．また，上枡側面に設ける排水孔は，目詰りしにくい構造・寸法とすることが望ましい．

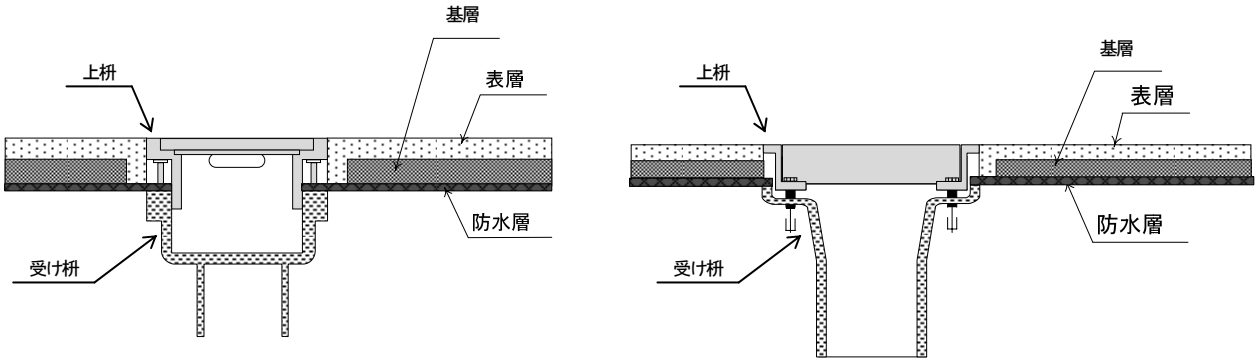


図 - 解 4.4.4　排水枡部の処理例[4)]

舗装の端部は，転圧作業時において重機が端部まで近接し難く，入念な締固めが困難な部分であり，端部防水層と舗装との境界面は十分な止水性を確保することが困難であり，端部からの漏水により基層が滞水して舗装劣化を促進することや，基層と防水層との付着性の低下が懸念される．

したがって，端部の転圧作業については，端部防水を損傷させないよう丁寧に行い，かつ端部の止水性が確保されるよう入念に行う必要があるとともに，端部の止水性向上を目的に**図-解 4.4.5**，**4.4.6** に示すように，構造物と舗装との境界部には注入目地などによる止水処理を行う必要がある．また，表層が密粒度アスファルトの場合には，**図-解 4.4.5** に示すように導水パイプを設置することも考えられるが，基層の締固めが困難であることから施工には十分留意する必要がある．

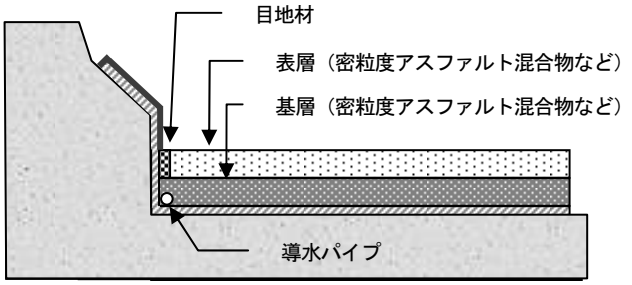


図-解 4.4.5　表層部分での止水処理の例

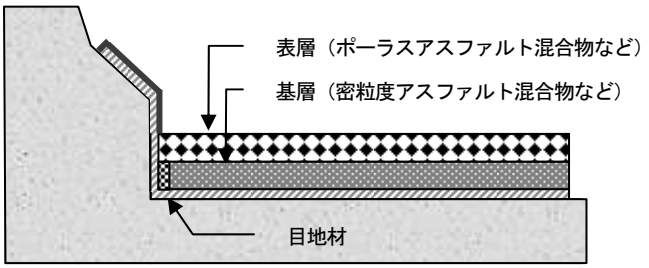


図-解 4.4.6　基層部分での止水処理の例

(3) 床版防水システムは，舗装を通過した水（劣化因子）を床版防水層で遮断し，鉄筋コンクリートの変状を抑制することが目的ではあるが，床版防水層上で遮断した水がスムーズに排水されないと，舗装が劣化し，ポットホールの発生の原因となる場合がある．このことから，滞水によって床版，防水層や舗装の耐久性を低下させないよう，コンクリート面もしくは防水面上の滞水を排水させるための排水設計が必要となる（**図-解 4.4.7**）．

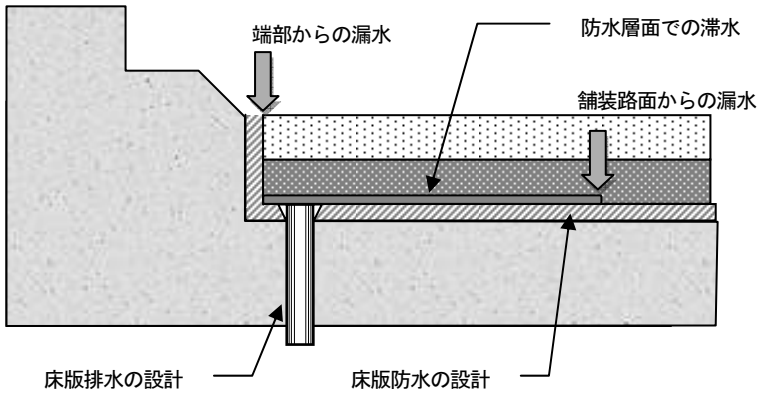


図-解 4.4.7　床版防水の設計と床版排水の設計（概念図）

既設床版や壁高欄などを削孔して水抜き孔を設置する場合は，削孔コンクリート孔と排水パイプとの間から漏水しないよう配慮された構造の水抜き孔を用いる必要がある．また，既設コンクリートの削孔に際しては，既設のＰＣ鋼材や鉄筋を切断しないよう，電磁波レーダ法などの非破壊試験方法により十分に調査し，位置確認後，削孔作業を行う必要がある．特に桁端部など，伸縮装置などの補強鉄筋が錯綜している箇所や，ＰＣケーブルなどを有する床版の削孔に際しては留意する必要がある．

(4) 排水設備により集水した水は，床版下面などから垂れ流しすると，下床版や桁部材などに飛散し，予期せぬ変状へ発展することが危惧されることから，既設の排水管などに接続するなどし，適切に流末処理する必要がある．（**図-解4.4.8，4.4.9参照**）

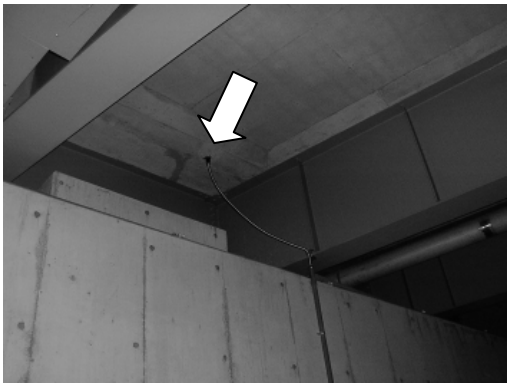


図-解4.4.8　排水パイプにより流末へ流水

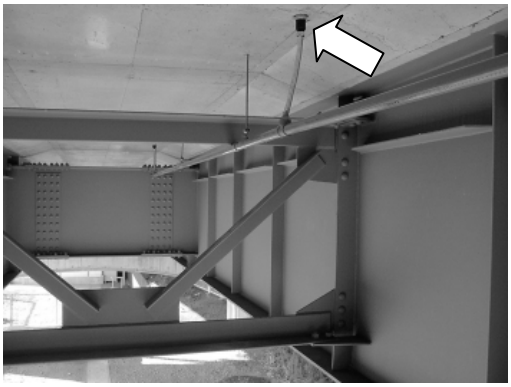


図-解4.4.9　排水パイプにより排水管へ接続

≪参考≫

床版防水システムの先進地域である欧州では，細部にまでこだわった排水計画がなされている．欧州における排水計画の事例を紹介する[5)]．

コンクリート表面の平坦性は，保護層によって調整する．調整する高さが保護層 1 層の限界厚さを超えている場合は，保護層の上にレベル調整層を設ける（**図-解 4.4.10 参照**）このような調整により保護層＋表層の全厚が限界厚さを超える場合には，コンクリート表面の高さ調整をコンクリート補修材料で行うか，もしくはコンクリート表面を削ることで調整される場合もある．

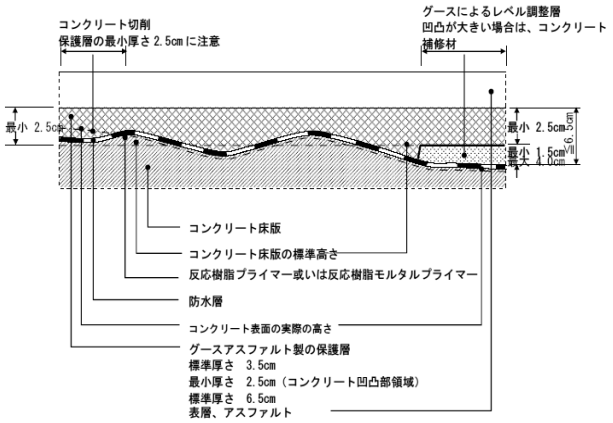


図-解4.4.10　ドイツにおける床版不陸に対する措置事例[5)]

舗装の転圧が困難な端部についてはグースアスファルトで設計されており,地覆との境界部分には注入目地を設ける仕様となっている．また，地覆前面に水が集中しないように床版の横断勾配を逆勾配としている．**（図-解 4.4.11 参照）**

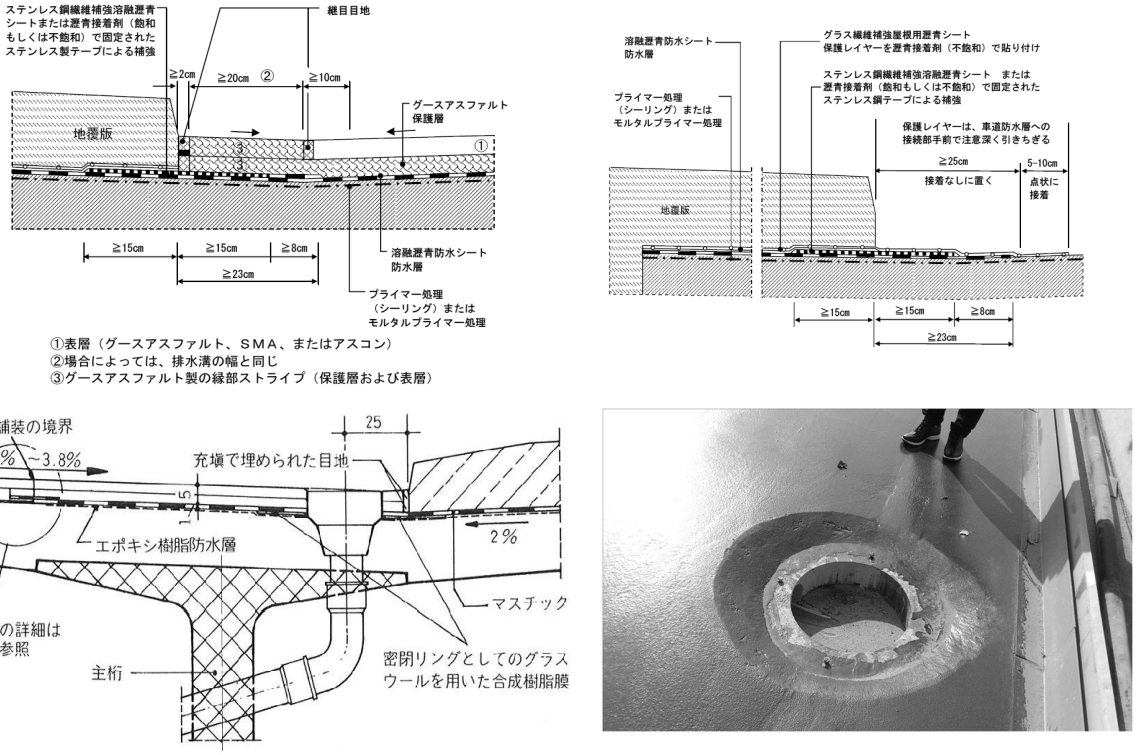


図-解4.4.11　ドイツにおける端部構造，排水枡周辺構造の事例[5)]

スイスでは，床版の出来形に応じて床版水抜き孔を設置しており，床版のいたる所に排水管との接続パイプが確認される．

また，水抜き孔と床版との境界部は防水層によってシームレスに施工されている．

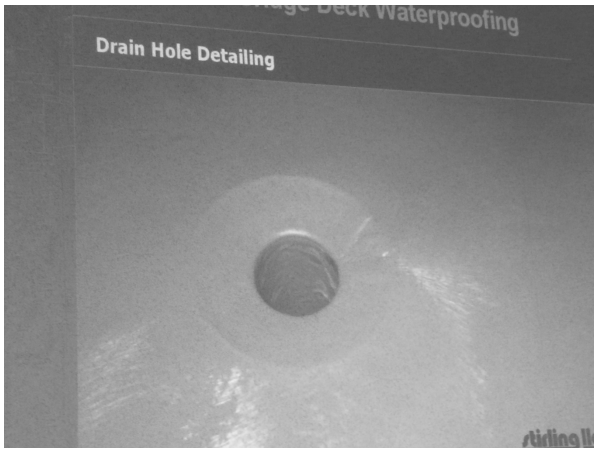


図-解4.4.11　スイスにおける床版水抜き孔の設置事例

【第4章　参考文献】

1)（社）日本道路協会；道路構造令の解説と運用，2004.2

2)（社）日本道路協会；道路橋示方書・同解説，2002.3

3)（社）日本道路協会；道路橋床版防水便覧，2007.3

4) 東・中・西日本高速道路㈱；設計要領第二集（橋梁建設編，橋梁保全編）2011.7

5)（株）高速道路総合技術研究所，（社）日本建設機械化協会施工技術総合研究所，（財）災害科学研究所社会基盤維持管理研究会；欧州床版防水システム調査報告書，2009.5

第５章　床版防水システムの施工

5.1　施工一般

(1) 床版防水システムの施工にあたっては，床版防水層が施工面全面で均質であり，所要の品質のものになるように入念に行い，長期にわたって所要の機能が発揮できるように十分配慮する．
(2) 現場には，床版防水システムの施工に関する十分な知識を有する技術者を配置することを原則とする．
(3) 施工計画書は，工事開始前に事前調査を行い，材料の特性が記載された施工要領書に基づいて作成する．
(4) 施工計画書は現場に常備し，その計画書に従って工事を進める．
(5) 工事終了後は，施工が適切に実施されたことや維持管理のために必要な事項を工事記録として記録する．

【解説】

本章では，新設工事の施工に関わる項目について解説する．補修工事については，「**第６章 既設床版の床版防水システム**」を参照のこと．

(1) 床版防水システムは橋梁の耐久性に大きな影響を与える要素である．しかし，システムの主要な要素である防水層は床版と舗装の間に配置されているので，その維持管理が行いにくい部材である．したがって，その施工時に均質で耐久性のある防水層となるように入念に施工する．さらに，地覆部，伸縮装置部，排水桝部等の欠陥の発生しやすい部分の防水層の施工は設計図書を参照して確実に施工する．

(2) 床版防水工は舗装工事の中で行われることが多いが，舗装と防水層では施工方法および留意事項が異なるので，用いる防水層の特性を理解しており現場の天候や施工条件の急な変更にも対応できるように，十分な知識と経験を有している技術者を現場に配置するのがよい．

十分な知識を有する技術者とは，その防水層の施工に 3 年以上の経験を持つ，または必要な教育を受けた技術者をいう．

(3) 施工条件はそれぞれの現場で異なるので，事前に十分調査を行ったうえで施工計画書を作成しなければならない．この施工計画書は，施工業者が工事ごとに作成するもので，防水層の施工法や特性は製造業者が作成した施工要領書に記載されているため，この内容を十分に理解したうえで施工計画書を作成しなければならない．天気の急変や施工機械の故障など当日の現場の条件の変化に対応できるように，可能な限りの対応策を施工計画書に盛り込んでおくのがよい．

水の存在は防水層・舗装の品質に大きな影響を及ぼすので，各施工ステップにおいて水を適切に排水できるように計画しておく．

(4) 施工計画書はそれぞれの現場における施工条件を考慮して作成されたものであるので，事前に施工関係者に周知するとともに，いつでも見ることができるように常に現場に配置しなければならない．

(5) 防水層，舗装は湿度や気温などの気象条件によって施工時の品質が大きく変化する．舗装や防水層も瑕疵の対象であるので，施工が適切に行われたことを工事記録によって示す必要がある．また，使用材料の種類や施工継目の位置などは補修の場合に重要な情報であるため，記録として残しておく．維持管理段階において発生する種々の事象の原因を解明するためにも，施工時の記録は非常に重要である．

5.2 事前調査

適切な施工を行うためには，綿密な施工計画書の作成が重要であり，そのためには事前調査が必要である．

【解説】

本節では，新設工事に関わる項目について記載する．補修工事については，**6.2 事前調査**を参照のこと．

床版防水システムの性能を保証するために，適切な施工を実施しなければならない．そのために，施工計画書の作成に必要な各種調査を事前に行う必要がある．確認する項目は，以下の 1)～7)である．調査は書類調査と現地調査に大別されるが，その例を**表-解 5.2.1**（書類調査），**表-解 5.2.2**（現地調査）に示す．

(1) 基本項目の確認

基本項目として，路線情報，橋梁諸元などがある．施工を実施する橋梁の交通量や橋梁の構造などを事前に把握しておく．交通量や橋梁構造に対して適切な防水材料が選定されていることを確認する．

(2) 気象条件の確認

気象条件として，温度（気温，床版面温度），湿度，風などがある．施工を予定している場所の気象条件を把握して，最も良好な施工ができる時期を選別する必要がある．施工時期が決まっている場合，そのときの気象条件の中で品質を確保できる防水層であることを施工要領書などから確認する．

(3) 施工条件の確認

施工条件として，施工時間，施工面積，施工幅員，人家からの距離などがある．人家が近い場合には臭気の強い材料は不向きであるので，人家からの距離を考慮した材料であることを確認する．

(4) 床版性状の確認

① 床版性状として，凹凸，粗さ，段差，下地などがある．床版の凹凸や段差の許容値は防水層の種類によって異なるので，要求している性能に合致していることを確認する．

② 床版面の凹凸を調べるために 5m 程度のメッシュを切って水準測量を行い，設計からの誤差が許容値以内であることを確認する．床版面の凹凸が大きい場合は，舗装の最小厚さを確保できることを確認する．

③ 粗さはサンドパッチ法[1)] などで測定し，要求している性能に合致していることを確認する．

④ 段差についても，要求している性能に合致していることを確認する．

⑤ 防水層の上面に雨水が溜まることがないような床面の仕上げになっていることを確認する．雨水が溜まるような仕上げの場合には舗装が劣化しポットホールの原因になるので，水抜き等が適切に設置されていることを確認する．

⑥ 新設の床版には被膜養生剤が塗布されているので，防水層の接着に問題がないかどうかについて試験等を行い確認する．床版面の強度を確認するには，引張接着試験を実施する．

⑦ ひび割れ，レイタンスなど，防水層に影響を及ぼすものがないことを確認する．

(5) 排水構造の確認

⑧ 橋面の排水が悪いと，交通の障害になるばかりではなく，舗装や防水層，さらには床版の耐久性にも悪影響を及ぼすことになる．したがって，排水枡付近に集まった水は，排水枡および排水管を経て，速やかに排水されることを確認する．

⑨ 事前調査として，排水枡の設置位置および高さ，排水管の勾配，排水管の取付け等が，設計どおりであることを確認する．

(6) 舗装条件の確認

舗装の種類や厚さ，地覆部の構造や伸縮装置の形式などが，防水層の適用条件と異なる場合があるので，確認をしておく．

(7) その他

その他の施工箇所特有の条件があれば，その都度調査を行う．

表-解 5.2.1　書類調査の項目例

調査項目		調査方法
橋梁	橋梁構造，床版の種類，鉄筋位置，伸縮装置の形式，地覆部の構造	設計図書 など
舗装	床版防水層の仕様，舗装の種類，舗装厚さ	
排水設備	導水パイプ，導水帯，床版の水抜き孔，排水桝の位置・材質・構造，流末処理の仕様	

表-解 5.2.2　現地調査の項目例

調査項目		調査方法
橋梁	床版上面のひび割れ，レイタンス，くぼみ，不陸など	目視 写真撮影 など
排水設備	導水パイプ，導水帯，床版の水抜き孔，排水桝の位置・材質・構造，排水設備の腐食・土砂の詰まり程度，散水による排水経路の確認，流末処理の仕様	

5.3 施工計画

施工開始までに，施工に必要な項目を確認し，適切な施工ができる施工計画書を作成する．

【解説】

床版防水システムの性能を保証するために，適切な施工を実施する必要がある．そのために，各種事前調査に基づいた施工計画書を作成する．

(1) 施工条件の把握

① 施工環境（人家が近い），施工時期，一箇所あたりの施工数量に基づき，施工計画書を作成する．

② 事前調査で特別な考慮が必要な条件を整理する．

③ 事前調査のみではわからないこともあるので，工事を進めながら調査すべき事項についても施工計画書に記載する．

④ 与えられる施工時間内に施工が完了するよう，また工事の遅れ等により施工時間が短縮される場合も想定されるので，臨機応変に対応できるような施工計画を立案するのがよい．

⑤ 床版防水システムが，施工環境・条件，施工能力に適合していることを確認する．

⑥ 夏場の施工が避けられない場合は瀝青系の防水は時間帯を考える必要がある．施工規模によっては問題ない場合もあるが，温度低下に時間を要する可能性がある．

(2) 施工要領書の確認

① 施工要領書では，材料特性，施工手順，試験室での性能確認試験，客観的な性能照査の有無などを確認する．

② 防水層の材料は多種多様であり，その施工方法や施工手順，施工時の留意点等が異なる．このため，防水層の性能を適切に発揮させるためには，個々の防水層に応じて適切な施工管理が必要である．このことから，防水層については工法ごとに施工要領書が必要となる．

③ 施工要領書の確認にあたっては，小規模な試験施工などを実施し，品質のばらつきや施工性などを事前に検討し，出来形基準などを施工計画で提案できるようにしておくとよい．

(3) 施工機械の選定

床版防水システム，施工規模，施工現場の広さに応じた施工機械を選定する．

(4) 施工時の不具合の補修方法

① はがれ，シワ，気泡，キズ，塗りむらなど，要求性能を満足できない不具合は適切に補修する．

② 補修方法は事前に性能を確認した方法で行い，施工計画書に明記することを基本とする．

③ 材料によって補修方法が異なるので，各々の工法について詳細に記述する．

(5) 作業員の教育

防水層の施工にあたっては，現場に従事する作業員にその工法についての基本的な知識を習得させる必要があることから，作業のポイントや材料の特性などについて現場講習や試験施工などを実施し教育するとよい．

(6) 施工管理計画

床版面の仕上がり条件，施工時の床版面の水分量の確認，排水孔を設置する場合の注意など，品質および出来形に関わる管理計画も施工計画書に記載する．

(7) その他

施工機械の故障などの対応法についても，事前にマニュアル化しておくと良い．

5.4　施工手順と留意点

5.4.1　下地処理

(1) コンクリート床版面は，床版防水層の施工前に適切に処理をしておく．
(2) コンクリート床版面のレイタンスや接着を阻害する被膜養生剤などの付着は，床版と床版防水層との接着性に悪影響を及ぼすため，これらの有害物を確実に除去する．
(3) コンクリート床版面にひび割れ，段差，豆板，補修跡がある場合は，適切に処理する．
(4) コンクリート床版の水分量は，床版の表面が濡れていない状態であることを確認する．

【解説】

(1) コンクリート床版面の不具合は，防水層の性能の低下，使用材料の増加によるコストアップ，さらには舗装の耐久性に影響を及ぼすことがあるので，防水工の施工前に適切に処理をしておく．

(2) コンクリート床版と床版防水層が十分に接着していないと，防水層下面からのブリスタリングの発生，防水層の破損，また，それに伴う舗装の平坦性の悪化，ひび割れやポットホールの発生など，床版防水層や舗装に大きな不具合をもたらすことになる．したがって，床版と床版防水層との接着性に悪影響を及ぼす有害物は確実に除去する．主な有害物としては，次のようなものがある．

① レイタンス

コンクリート表面のレイタンスは，脆弱なため，確実に除去する．

② 被膜養生剤

床版コンクリート施工時に，乾燥による表面ひび割れを防ぐために被膜養生剤が使用される場合がある．被膜養生剤と床版防水用のプライマーとの組み合わせによっては，接着不良を起こすことがあるので，床版防水工に先立ち接着強度を確認し，影響が懸念される場合には確実に除去する．

③ その他，接着を阻害する物質

長期にわたり放置されたコンクリート床版面には，カビやコケなどの異物が発生していることがある．これらのようにコンクリート床版と防水層との接着に悪影響を及ぼす可能性のある異物は，確実に除去する．

なお，床版防水層との接着性に悪影響を及ぼす有害物の除去として，一般的には，スチールショット（**図-解 5.4.1**），ウォータージェット（**図-解 5.4.2**），高圧洗浄機，コンクリート用グラインダおよびバキューム型パワーブラシなどを使用し，部分的には，ディスクサンダ，ケレン棒などを用いる．

図-解 5.4.1　スチールショット

図-解 5.4.2　ウォータージェット

(3) コンクリート床版面には，施工ジョイント部などでのひび割れや段差，豆板のような粗い面，床版面の補修箇所など，部分的ではあるが床版防水層の接着性や耐久性に影響を及ぼすことが懸念される箇所が存在することがある．このような箇所を発見した際には，発注者と協議を行い適切な対策を施すことが必要である．

① ひび割れ箇所の対策（**図-解 5.4.3**）

床版および床版防水層と十分に接着する無溶剤樹脂，樹脂モルタルなどで充填しておく．

図-解 5.4.3　床版のひび割れと段差

② 段差，豆板のような粗い面の対策（**図-解 5.4.4**）

床版および床版防水層と十分に接着する無溶剤樹脂，樹脂パテ，樹脂モルタルなどで平滑にする．

図-解 5.4.4　地覆コンクリートの豆板

③ 床版面に残存する補修箇所の対策（**図-解 5.4.5**）

床版コンクリート打設後の不良箇所を補修した材料が残存している場合，使用した補修材によっては，床版防水層との接着を阻害することがある．このような場合は，補修材をディスクサンダ，ケレン棒などで取り除く必要がある．なお，取り除いた箇所に大きな凹凸ができてしまった場合は，床版および床版防水層と十分接着する樹脂モルタルなどで平滑にする．

図-解 5.4.5　床版コンクリートの補修跡

(4) コンクリート床版の水分量は，ブリスタリングやピンホールの発生に大きく起因すると考えられることから，材料特性を理解したうえで適切に管理する必要がある．雨などで表面が濡れている場合は，日照などにより乾燥させる必要がある．自然に乾燥させる時間がない場合は，ガスバーナで炙って乾燥させる必要がある．乾燥させる必要があるかどうかの判断は，ガスバーナで熱することでコンクリートの色が変化するかどうかで判断するとよい．変化する場合は，色が変化しなくなるまで乾燥させる必要がある．

コンクリート床版を乾燥させることにより，表面の空隙中の水分が蒸発し，防水層施工前に塗布されるプライマーの浸透が促される．すなわち，空隙中の水分や空気が無くなることで，防水層施工後の日射や舗装時の熱膨張等によって引き起こされるブリスタリングやピンホールが予防されることとなる（**図-解 5.4.6**）．

また，現場での防水層の引張接着試験では，このような空隙が存在しても基準を満たす接着強度が得られることがあるが，そのような場合でも空隙が存在すればブリスタリングを生じることがある．そのような意味で，空隙のないシームレスな下地を整えて防水層の施工に移ることが防水システムでは極めて重要と言える．

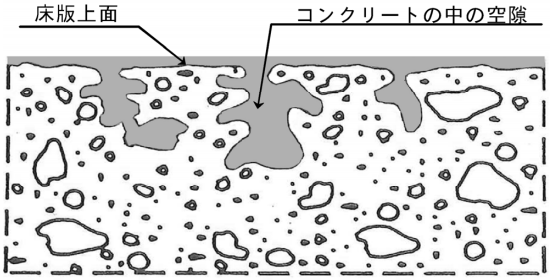


図-解 5.4.6　床版上面の空隙中の水分

5.4.2　排水設備の施工

(1) 排水計画を十分に把握し，施工前に現場条件の確認を行う．
(2) 排水設備の設置には，施工条件に十分留意して行う．

【解説】

床版防水システムにおいて，アスファルト舗装内部，特に基層への滞水による剥離損傷が問題になることが多いことから，現場条件に応じた排水設備の設置を行うことが重要である．

雨水等の床版上面の滞水対策として，水抜き孔等の排水設備による舗装の内部排水を行うことが最も効果的であり，導水パイプは，水抜き孔が設置できないときなどに適用を検討する．

(1) 施工前の確認

排水設備には，排水枡，導水パイプ，導水帯，床版の水抜き孔などの排水資材と，成型目地材，注入目地材などの目地材がある．これらが適切に配置されていることを確認する．

(2) 施工時の留意点

① 導水帯の施工時に転圧が不十分な場合，供用後の輪荷重等によって導水帯直上の表層が沈下することがあるため，施工に十分注意する必要がある．

② 床版の水抜き孔は，床版上や床版防水層上に浸透した水や導水パイプや導水帯によって集水された水を床版下面に排水するための排水設備で床版内を貫通する鉛直方向の排水設備である．床版下面での流末処理は，配水管に接続するなど適切に行う必要がある．

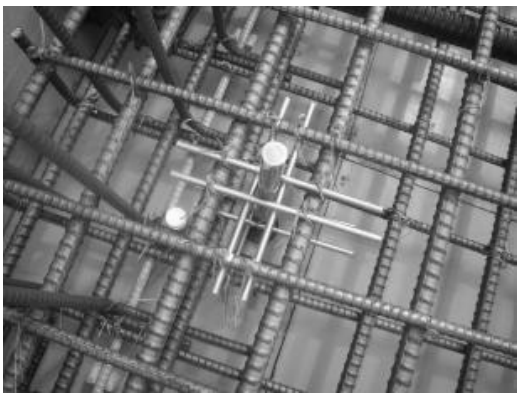


図-解 5.4.7　水抜き孔の設置例①

③ 勾配変更点など設計で予期できない水溜りができる箇所には，発注者と協議を行い，ステンレス管（例としてφ13mm）等の水抜き孔を設置する（**図-解 5.4.7**）．設置においては，図面での確認やコンクリート床版の鉄筋探査により，鉄筋の無いところを削孔する．また，床版下面の流末処理については，排水設備に接続し，排水が下部構造物に直接かからないように配慮する（**図-解 5.4.8**）．

図-解 5.4.8　水抜き孔の設置例②

5.4.3　床版防水層の施工

一般に床版防水層は，プライマー層，床版と防水材との接着層，防水材，防水材と舗装との接着層で構成される．

【解説】

床版防水層の断面構成は，一般に①プライマー層，②床版と防水材との接着層，③防水材，⑤防水材と舗装との接着層に区分され，材料の種類によっては，②と③が同一となるケースや，④のないケースも存在する（**図-解 5.4.9 参照**）．

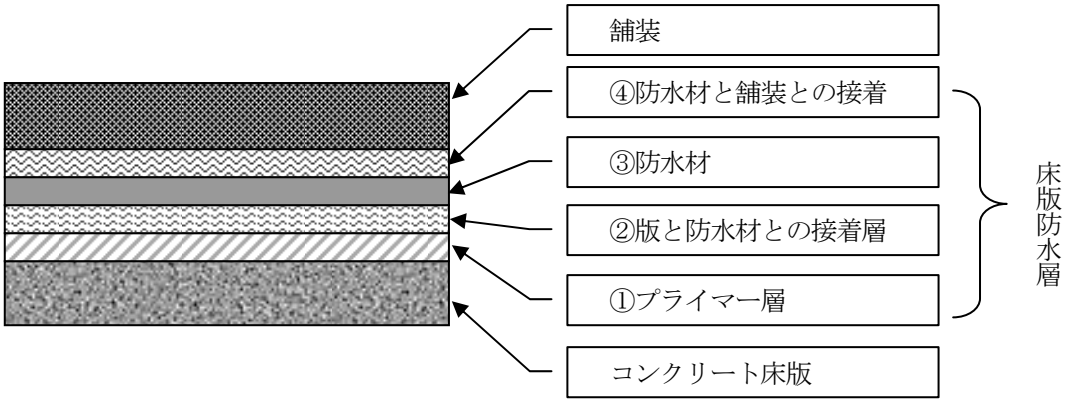


図-解 5.4.9　床版防水システムの一般的な断面構成イメージ

① プライマー層は，床版コンクリートの表面をコーティングし，床版防水層との接着効果を高めることや，床版内部からの水蒸気などの発生を抑制することを目的に設置される．よって，プライマー層の品質は，ブリスタリングや気泡の発生などの不具合の原因に繋がることから，入念な塗布を行い，含浸による効果を得ることが重要である．プライマー施工前には，床版面の水分量の確認が特に重要である．施工着手時に水分量が基準値以下であっても，気温の低下により露が発生することもあるので，気温と湿度の関係に注意を要する．

② 床版と防水材との接着層は，床版と防水材との層間に設けられる接着層であり，材料の種類によって材料特性や接着機構は大きく異なる．この接着層は，層間の接着力を確保する必要がある．また，施工中等にエアを介在させてしまうとブリスタリングなどの原因となることから，接着層は空隙が無く密実である必要がある．

③ 防水材は，舗装等より浸入してきた水を床版面まで浸透させないよう止水するために設ける床版防水層の主要材料である．防水材については，その目的より孔が開いている状態では止水性に欠けるため，施工時に損傷しないよう留意する必要がある．例えば，コンクリート床版内からの水蒸気の影響によるピンホールの発生や，舗設時における骨材の食い込みによる開孔，舗設時の重機による引きずりなどには，特に留意する必要がある．

④ 防水材と舗装との接着層は，防水材と舗装との層間に設けられる接着層であり，材料の種類によって材料特性や接着機構は大きく異なる．この接着層は，層間の接着力を確保することはもとより，密実性が求められる．これは，舗装を通過した水が接着層全面に滞水し，舗装の劣化を促進させる可能性があるため，接着層は空隙が無く密実である必要がある．

5.4.4　各種防水層の施工

防水層の施工は，各工法の施工要領書に基づき，かつ各現場状況に対応して作成された施工計画書に従って行われる．施工は防水工事の専門知識を持つ施工管理者の責任のもとで行われる．

【解説】

日本における床版防水材料は，シート系床版防水（流し貼り型，加熱溶着型，常温粘着型），塗膜系床版防水（アスファルト加熱型，ゴム溶剤型，反応樹脂型）等，様々な種類の防水材料がある．これらのうち，主な防水材について，材料の概要，構成，施工フロー，施工管理上の要点を紹介する．また，各工法の標準的な施工工程表を**[付録 6]**に示す．

(1)　シート系防水

1) アスファルトシート防水（流し貼り型）

アスファルトシート防水（流し貼り型）は，プライマーを塗布した床版面に，加熱溶融した貼付用アスファルトを流し込んで，防水シートを貼り付けて施工される．この代表的な構成を**図-解 5.4.10** に示す．

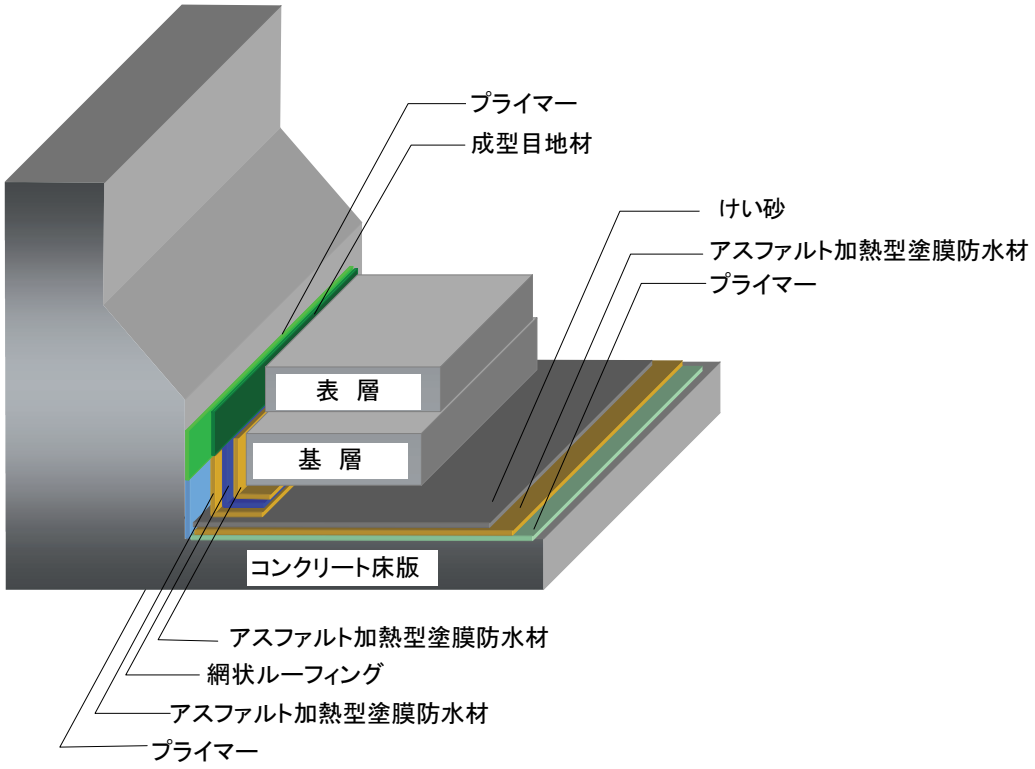
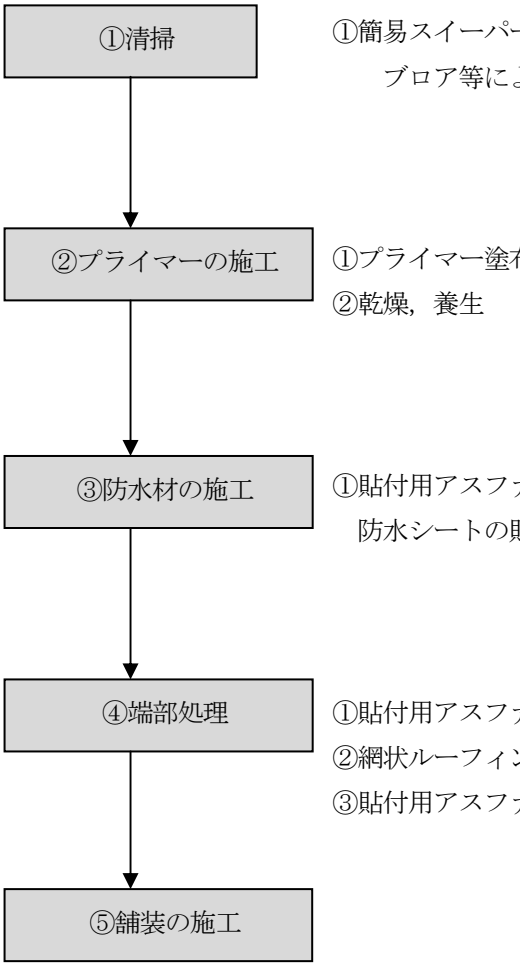


図-解 5.4.10　アスファルトシート防水（流し貼り型）の構成

○アスファルトシート防水（流し貼り型）の施工フロー

本防水層の施工フローを**図-解 5.4.11** に示す.



清掃

プライマー塗布

防水シートの貼り付け

端部処理

図-解 5.4.11　アスファルトシート防水（流し貼り型）の施工フロー

○アスファルトシート防水（流し貼り型）の施工管理上の要点

① 砂・ほこり・油脂等がないように床版は十分に清掃する.

② 下地が湿潤状態の場合は，ガスバーナ等で乾燥させる.

③ 防水層に空気溜り（エアーポケット）が出来ないよう十分注意して施工する.

④ 縁石や高欄等を汚さないよう注意する.

⑤ 火気や火傷には十分注意して安全管理に務める.

⑥ プライマー塗布時は，端部やラップ部等に塗り溜まりができることがあるので，ローラ刷毛で良く伸ばしムラのないように塗布する.

⑦ 強風時は貼付アスファルトの飛散により火傷や汚れなどが発生することがあるため，状況により施工を避ける.

⑧ 貼り付けアスファルトの溶解は，メーカが指定する温度範囲内で行う.

⑨ 防水シートの重ね部が１箇所に集中しないように施工する.

⑩ 床版の含水率が高い状態で施工すると，シート敷設後や舗設時に日射や加熱アスファルト混合物の熱によって床版から水蒸気が発生し，防水層や舗装にブリスタリングが発生する場合がある.

○高性能アスファルトシート防水（流し貼り型）

高性能アスファルトシート防水（流し貼り型）の施工は，前述のアスファルトシート防水（流し貼り型）と同様である．

本防水層の代表的な構成を**図-解 5.4.12** に示す．

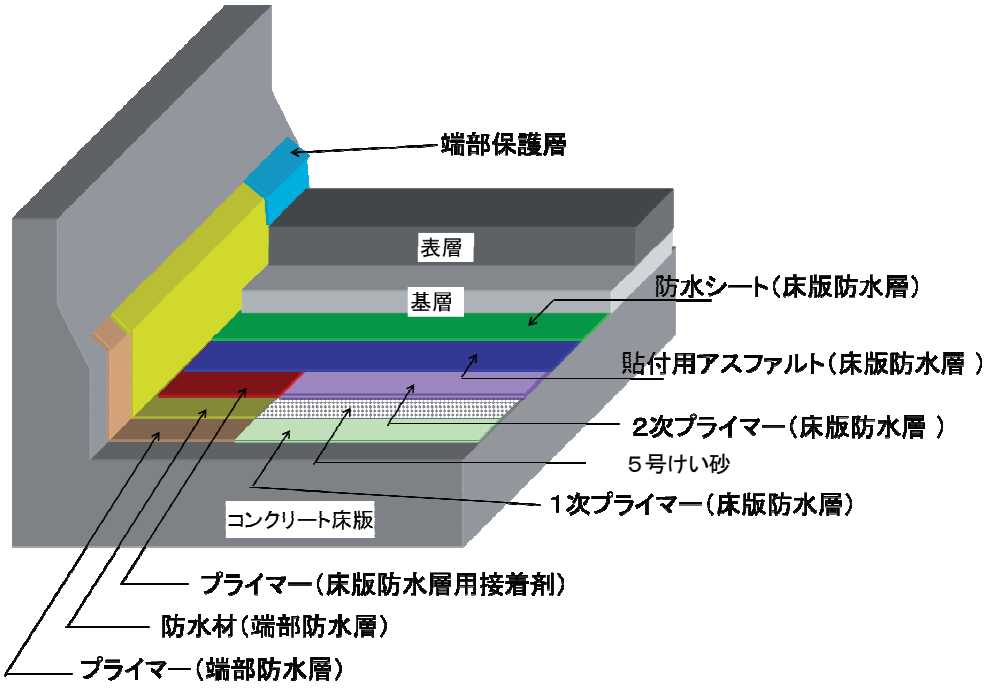


図-解 5.4.12　高性能アスファルトシート防水（流し貼り型）の構成

○高性能アスファルトシート防水（流し貼り型）の施工フロー

本防水層の施工フローを**図-解 5.4.13** に示す.

高性能防水の場合，立ち上がり防水の代わりに端部防水層が施工される.

この防水層は床版防水層の施工に先立ち行われる.

清掃

１次プライマー

２次プライマー

防水シートの貼り付け

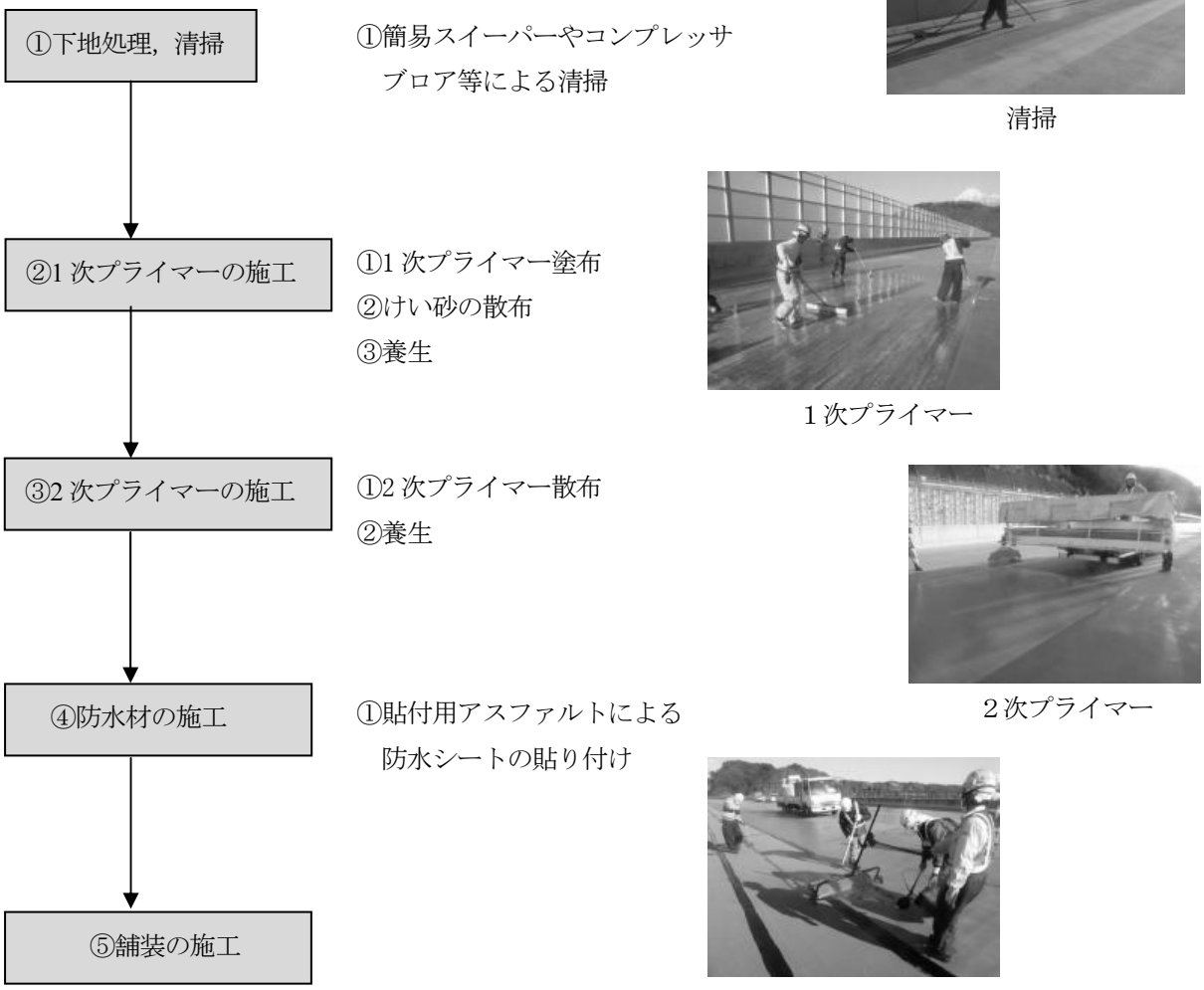


図-解 5.4.13　高性能アスファルトシート防水（流し貼り型）の施工フロー

○高性能アスファルトシート防水（流し貼り型）の施工管理上の要点

① 降雨時または降雨が予想される場合は施工を行わない．また，突然の降雨があった場合は，直ちに作業を中止する.

② アスファルトシートが風で煽られ貼付アスファルトが飛散することが予想される場合は，施工を行わない.

③ 床版用接着剤に樹脂系のプライマーを使用する場合は，材料の特性を考慮した適切な条件で施工する.
例えば，施工時の床版温度，水分の有無，次工程へ移る時期の判断などに応じて施工する.

④ アスファルトシートの施工は，一般的な流し貼り工法に準じて施工される.

2) アスファルトシート防水（加熱溶着型）

アスファルトシート防水（加熱溶着型）は，シート裏面を加熱することによって，プライマーを塗布した床版面に防水シートを溶着させて施工される．加熱溶着型には，機械に取り付けた防水シートを電気ヒーターで加熱して接着させるタイプと，トーチバーナーで加熱して防水シートの下層のアスファルトを溶融接着させて接着させるタイプの 2 種類がある．　この代表的な構成を**図-解 5.4.14** に示す．

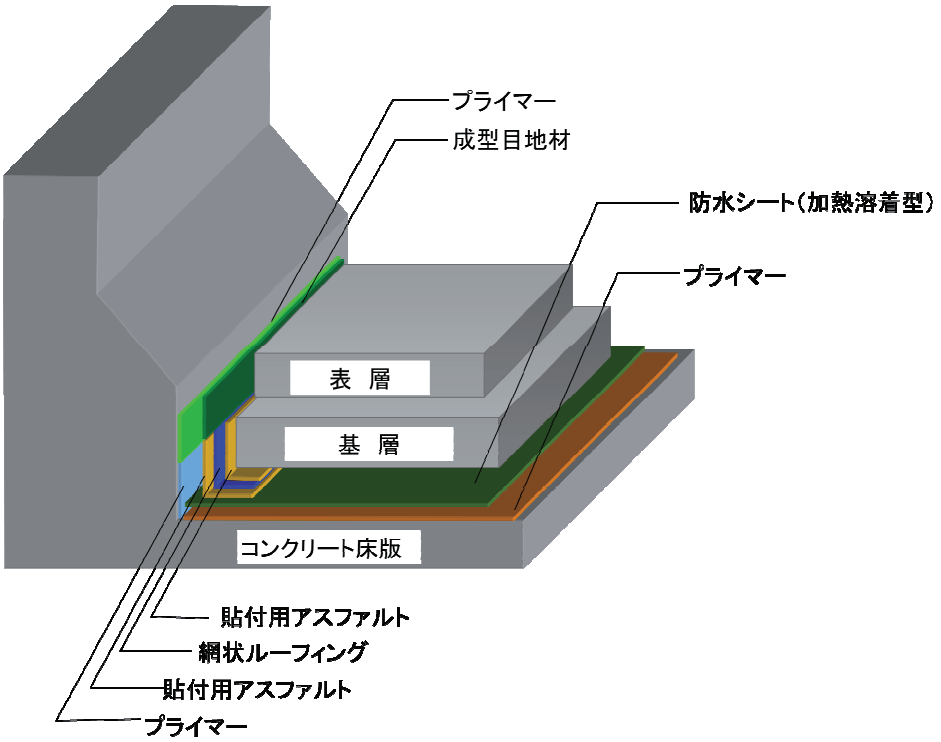
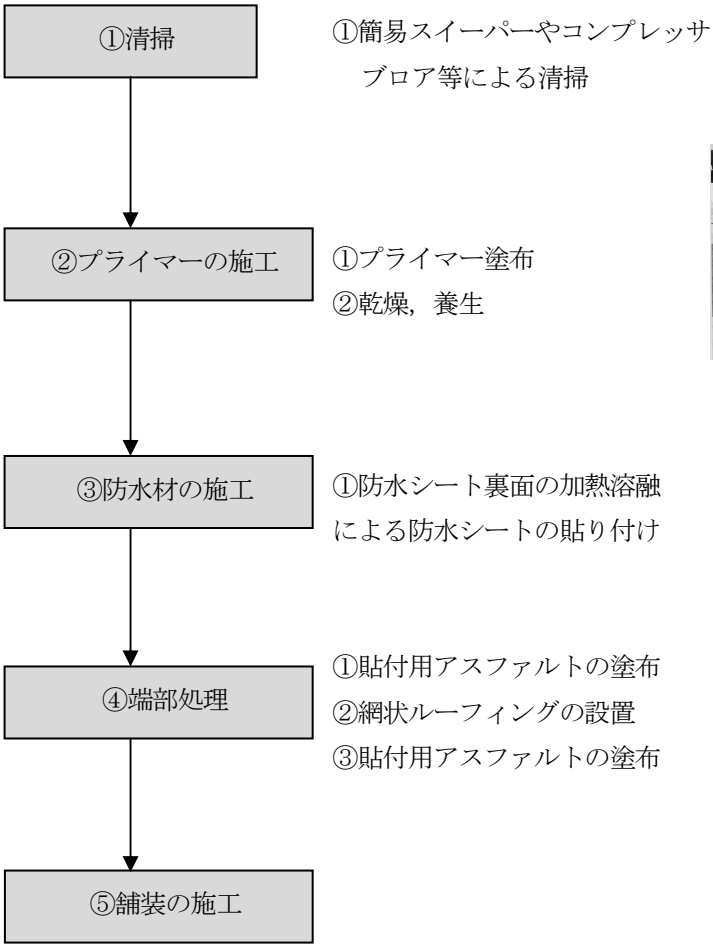


図-解 5.4.14　アスファルトシート防水（加熱溶着型）の構成

○アスファルトシート防水（加熱溶着型）の施工フロー

本防水層の施工フローを**図-解 5.4.15** に示す.



清掃

プライマー塗布

防水シートの貼り付け

図-解 5.4.15　アスファルトシート防水（加熱溶着型）の施工フロー

○アスファルトシート防水（加熱溶着型）の施工管理上の要点

① 砂・ほこり・油脂等がないように床版は十分に清掃する.
② 下地が湿潤状態の場合は，ガスバーナ等で乾燥させる.
③ 防水層に空気溜り（エアーポケット）が出来ないよう十分注意して施工する.
④ 縁石や高欄等を汚さないよう注意する.
⑤ 火気や火傷には十分注意して安全管理に務める.
⑥ プライマー塗布時は，端部やラップ部等に塗り溜まりができることがあるので，ローラ刷毛で良く伸ばしムラのないように塗布する.
⑦ 防水シートの重ね部が１箇所に集中しないように施工する.
⑧ 新設など床版面が比較的平滑な場合に使用する.
⑨ 舗装全層打換え時は切削後の床版の凹凸が大きいため，シートの接着が難しい.

3) アスファルトシート防水（常温粘着型）

アスファルトシート防水（常温粘着型）は，常温で接着性を有する粘着材が塗られた防水シートの裏面の離型紙や離型フィルムをはがして，プライマーを塗布した床版面に圧着して施工される．

本防水層の代表的な構成を**図-解 5.4.16** に示す．

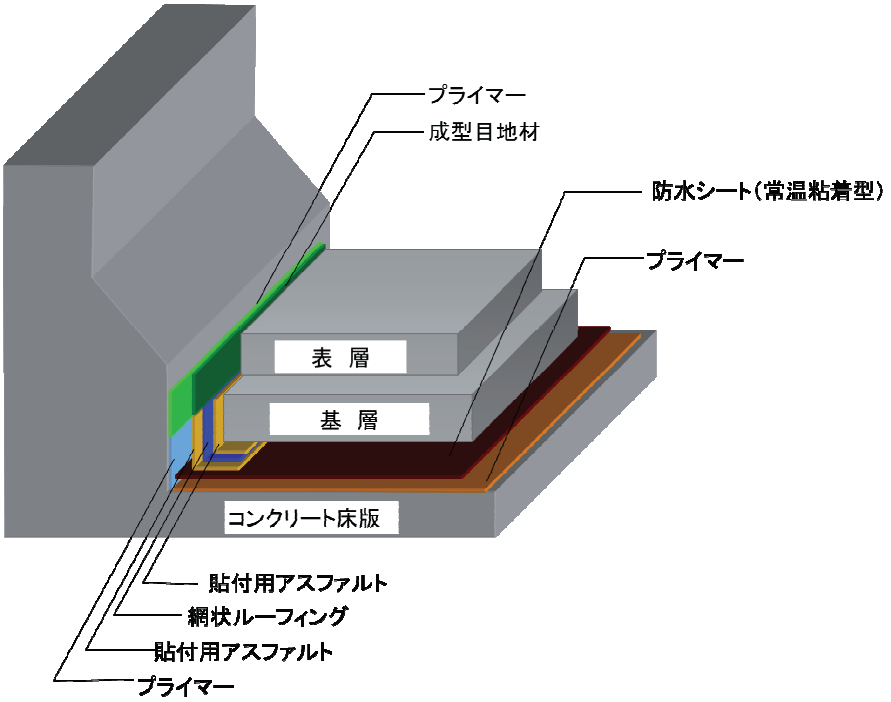
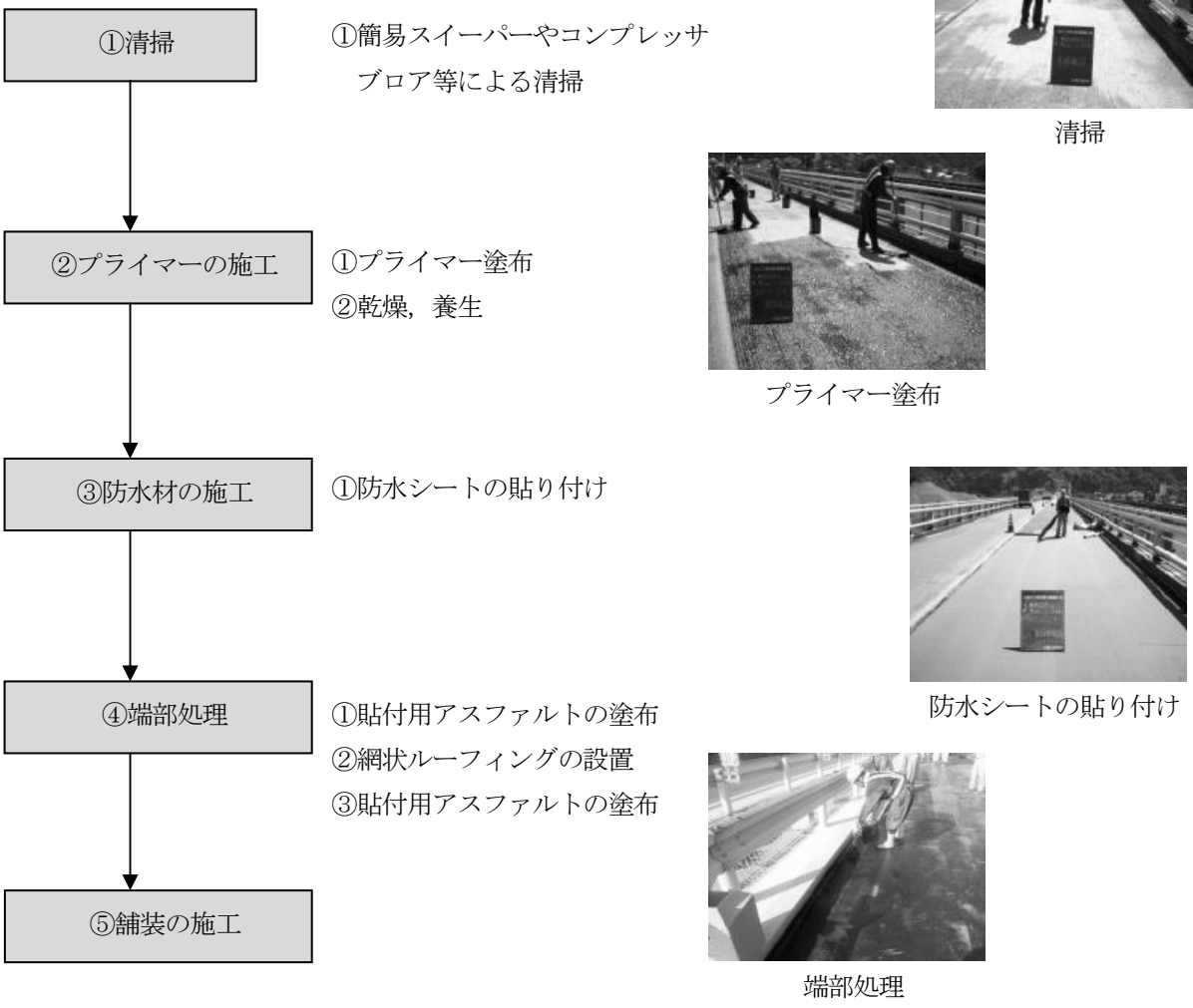


図-解 5.4.16　アスファルトシート防水（常温粘着型）の構成

○アスファルトシート防水（常温粘着型）の施工フロー

本防水層の施工フローを**図-解 5.4.17** に示す.



清掃

プライマー塗布

防水シートの貼り付け

端部処理

図-解 5.4.17　アスファルトシート防水（常温粘着型）の施工フロー

○アスファルトシート防水（常温粘着型）の施工管理上の要点

① 砂・ほこり・油脂等がないように床版は十分に清掃する.
② 下地が湿潤状態の場合には，ガスバーナ等で乾燥させる.
③ 防水層にエアーポケットが出来ないよう十分注意して施工する.
④ 縁石や高欄等を汚さないよう注意する.
⑤ プライマーは可燃性の有機物を含んでいるので，火気に十分注意する.
⑥ プライマーが完全に乾燥してからシートを貼付する.
⑦ 防水シートの重ね部が１箇所に集中しないように施工する.

(2) 塗膜系防水

1) アスファルト加熱型塗膜防水

アスファルト加熱型塗膜防水工法は，施工現場で専用の釜を用いて加熱溶解し，刷毛などで塗布する方法と工場で製造されたものを専用機械で保温しながら運搬し，散布する方法で施工される．

本防水層の代表的な構成を**図-解 5.4.18** に示す．

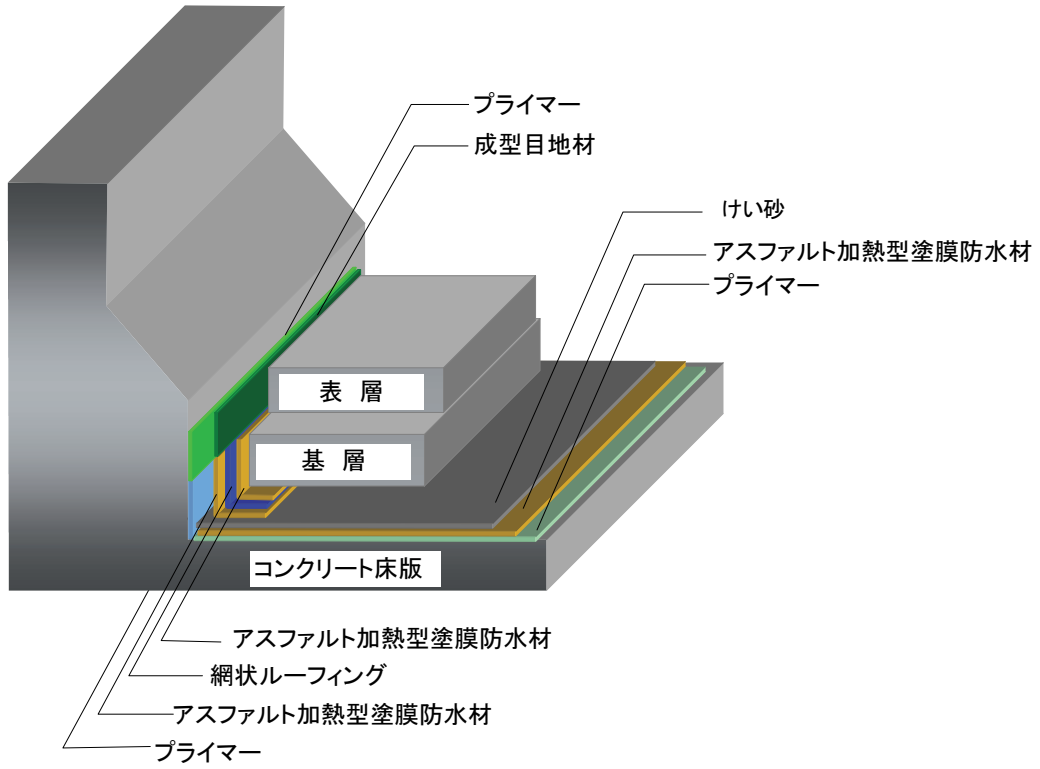
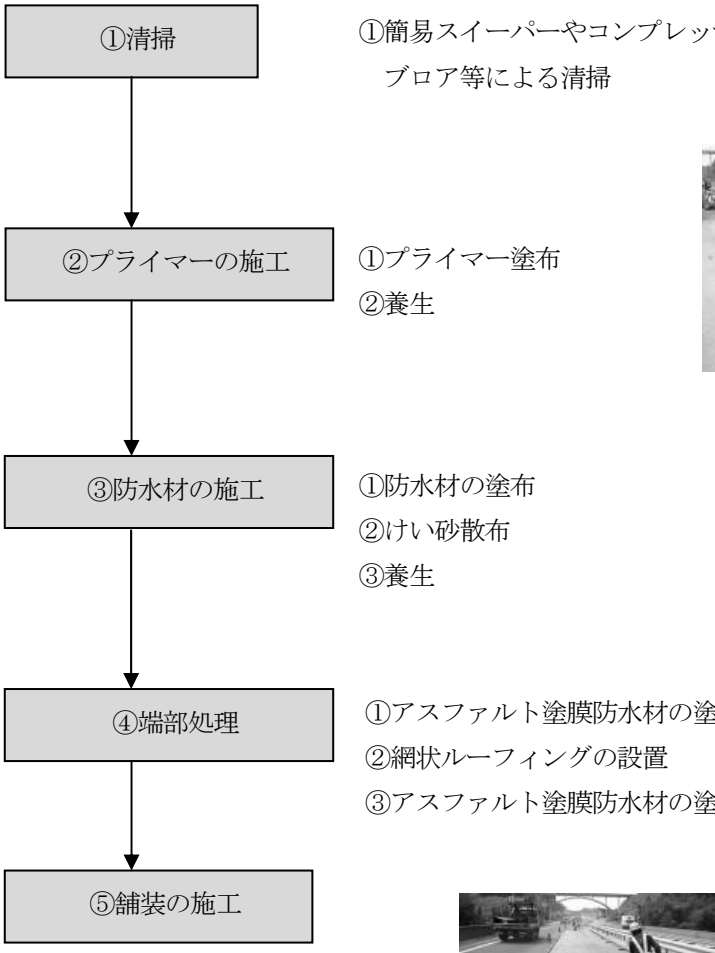


図-解 5.4.18　アスファルト加熱型塗膜防水の構成

○アスファルト加熱型塗膜防水の施工フロー

本防水層の施工フローを**図-解 5.4.19** に示す.



清掃

プライマー塗布

防水材の塗布（床版部）

防水材の塗布（端部）

けい砂散布

図-解 5.4.19　アスファルト加熱型塗膜防水の施工フロー

○アスファルト加熱型塗膜防水の施工管理上の要点

① 砂・ほこり・油脂等がないように床版は十分に清掃する.
② 下地は十分乾燥させ，床板の含水は 10%以下であることを確認する.
③ 縁石や高欄等を汚さないよう注意する.
④ 火気や火傷には十分注意して安全管理に務める.
⑤ 防水材を溶解する時には，メーカが指定する温度範囲で管理する.
⑥ 溶解時には，特有の臭気が発生するので，沿道環境に配慮し，必要に応じて香料を添加する.

2) ウレタン樹脂防水

ウレタン樹脂防水層は2液の混合反応により形成される.反応速度が速いため機械により吹付け塗布される．防水層硬化後，舗装接着材Ⅰを塗布し，舗装接着材Ⅱを貼り付ける.

本工法の代表的な構成を**図-解 5.4.20** に示す.

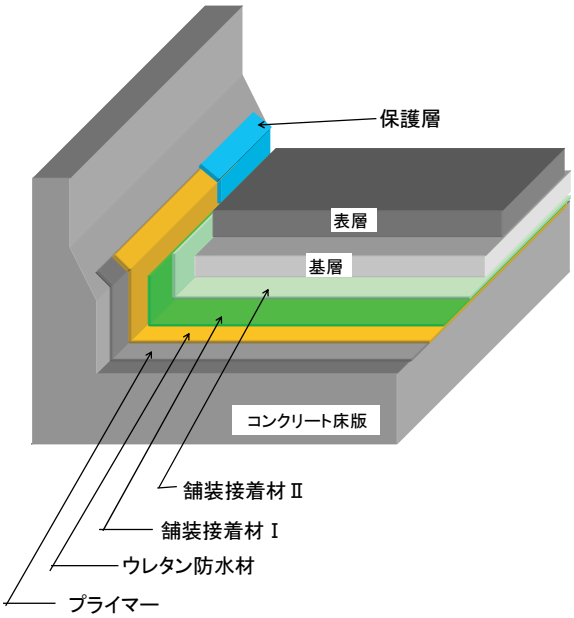


図-解 5.4.20　ウレタン防水の構成

○ウレタン防水の施工フロー

本防水層の施工フローを**図-解 5.4.21** に示す.

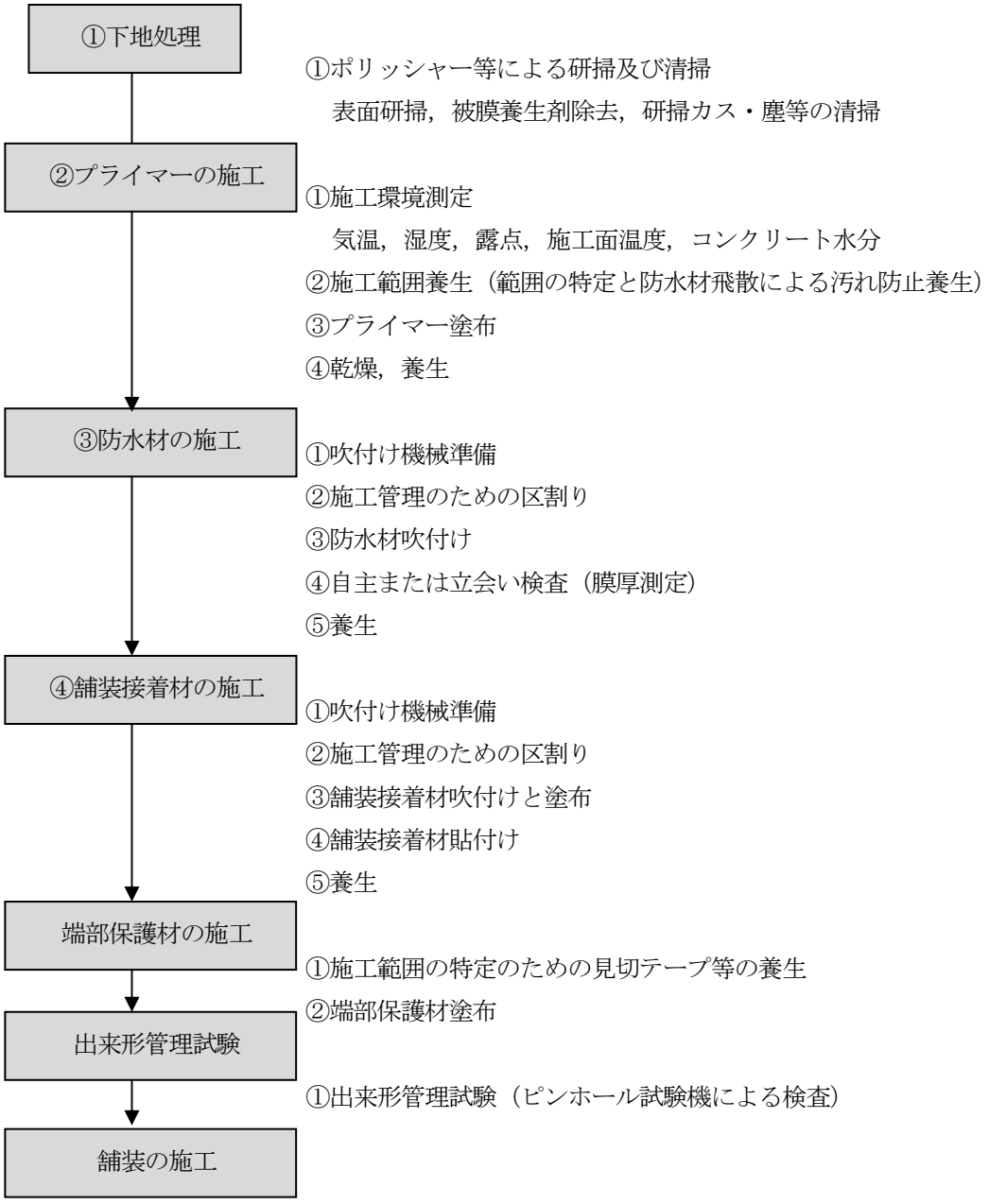


図-解 5.4.21　ウレタン防水の施工フロー

○ウレタン防水工の施工管理要点

① ウレタン防水工は現場反応により防水工が形成される工法であるため,熟練した防水工が施工しなければならない（**図-解 5.4.22**）.

② 下地処理においてはコンクリートのレイタンスや膜養生材の影響がないように,ポリシャー等の研掃を行い，プライマーと床版の接着力を確保する.

③ 防水層の吹付けでは原料温度，吐出圧や混合比の管理を確実に行い，樹脂強度，膜厚が一定になるように吹付ける.

④ 舗装接着材は舗装熱によって溶融，付着するため，舗装施工時の温度管理には留意する（**図-解 5.4.23**）.

図-解 5.4.22　ロボットによるウレタン防水層吹付け

図-解 5.4.23　舗装接着材の施工

3)　（メタ）アクリル樹脂防水

（メタ）アクリル樹脂防水は，MMA（メチルメタアクリレート）樹脂等を基材とした，塗膜系の床版防水工法である．

防水層の施工は，防水材を自在箒などで施工する方法とエアレススプレー機などで施工する方法がある．防水材の硬化後，接着層樹脂を塗布し，接着層硬質骨材の散布を行う．

本工法の代表的な構成を**図-解 5.4.24** に示す．

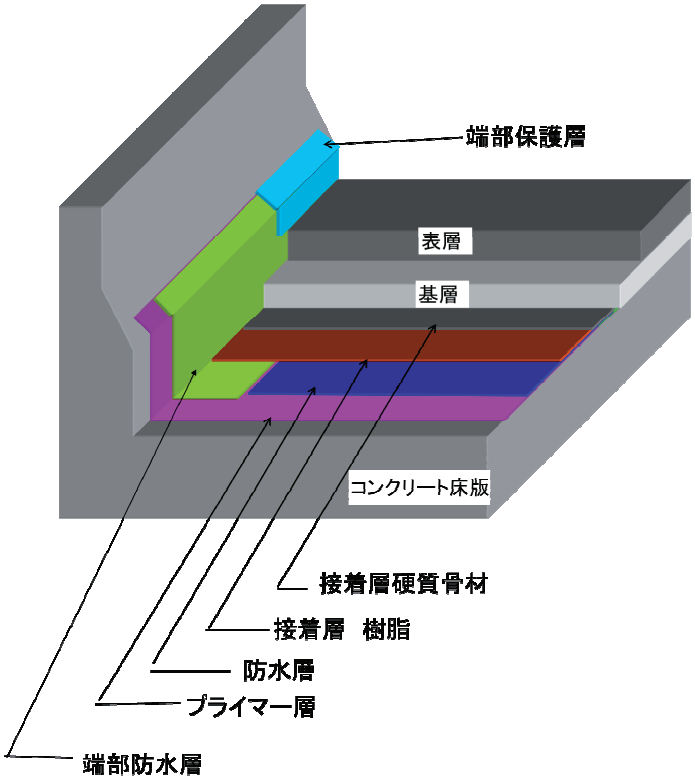
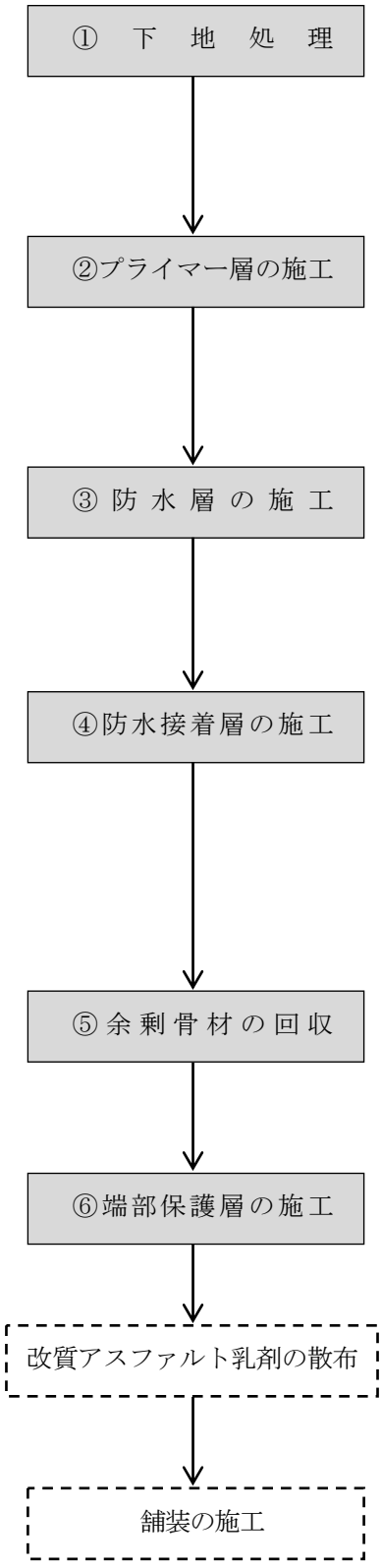


図-解 5.4.24　（メタ）アクリル防水の構成

○（メタ）アクリル防水の施工フロー

（メタ）アクリル防水の施工フローを**図－解 5.4.24** に示す.



①研掃機（ダイヤモンド刃）による床版表面の研掃および清掃
レイタンス，表面養生剤，突起物などを除去・清掃
②施工環境・気象条件測定
気温，湿度，施工表面温度，コンクリート水分

①施工割付・施工エリアの養生
②プライマー材の混合
③プライマー層の施工
④プライマー層の硬化養生・硬化確認

①防水材の混合
②防水層の施工
③防水層の硬化養生・硬化確認
④防水層の貫通孔・塗膜厚検測

①防水接着材の混合
②防水接着層の施工
・防水接着材（MMA 樹脂）を所定量塗布
・防水接着材塗布後，直ちに硬質骨材を樹脂塗面に散布
③施工エリアの養生材の回収
④防水接着層の硬化養生・効果確認

①防水接着層の余剰骨材の回収
防水接着層の樹脂に締結していない遊離の余剰骨材をロードスイーパで回収

①端部保護層の施工をもって，防水工の完了

①舗装施工の前に，防水接着層上に改質アスファルト乳剤（タイヤ付着抑制型アスファルト乳剤）を散布

図－解 5.4.25 （メタ）アクリル防水の施工フロー

○（メタ）アクリル防水工の施工管理要点

① 下地コンクリート床版表面とプライマー層との接着を阻害する有害物（レイタンス・膜養生材・アスファルト等）は十分に除去，清掃しなければならない.

② （メタ）アクリル防水工の樹脂材料は，施工現場の気温，下地表面温度に応じて硬化剤（反応開始剤）の添加量を調整する必要があり，気象条件に応じて添加量を管理する施工技術者を配置して施工する（**図-解 5.4.26**）.

③ 事前に下地（コンクリート床版）の調査を行い，変状の有無（欠損部や著しい脆弱部等）を確認し，必要に応じて補修を行う.

④ 防水接着層の施工防水接着層の余剰骨材の回収不足で，遊離した骨材が残存した場合，防水層と舗装との接着力が低下するため，十分な確認が必要である（**図-解 5.4.27**）.

図-解 5.4.26　（メタ）アクリル樹脂防水層の施工

図-解 5.4.27　防水接着層の施工

(3) その他の防水

1) 複合防水

複合防水工法は,床版表面に浸透して防水層を形成する低粘度の浸透系材料とアスファルト加熱型塗膜系防水材を組み合わせた新しい防水工法である（**図-解 5.4.28**）.

複合防水工法に採用している浸透系材料はコンクリート構造物の表面保護工にヒントを得て新たに開発された材料であるが，床版表面に防水機能を付与すると同時に床版のクラック補修を行う工法である.

複合防水工法は実績のあるアスファルト加熱型塗膜系防水工法のプライマーを（メタ）アクリル樹脂等の浸透系材料に置き換えた工法であり,施工性や施工能力はアスファルト加熱塗膜型防水材とほぼ同等である.

複合防水は，既設床版への適用を前提として開発された工法で，現在までのところ，既設床版のみを対象としているため，施工フローは既設床版を対象としたものを**図-解 5.4.29** に示す.

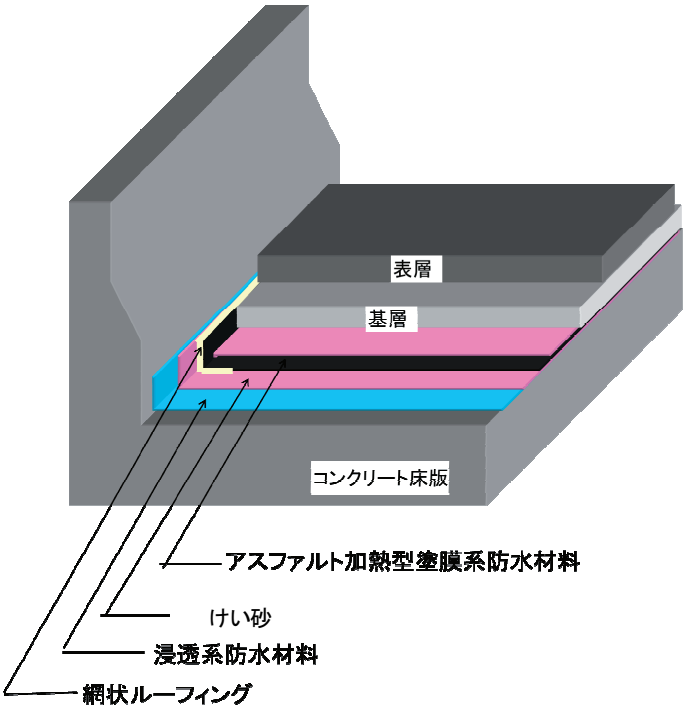


図-解 5.4.28　複合防水の構成

○複合防水の施工フロー（既設床版対象）

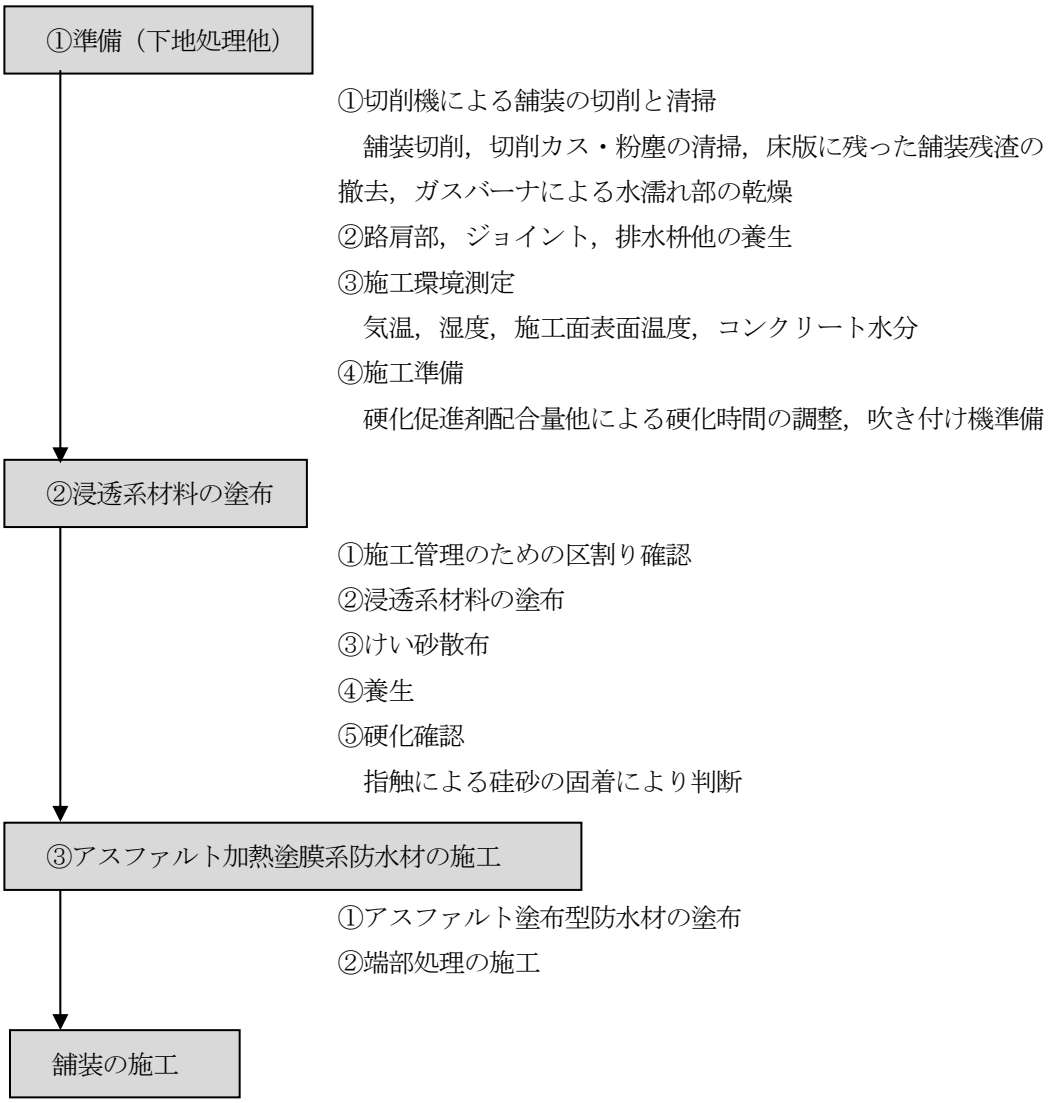


図-解 5.4.29　複合防水の施工フロー

○複合防水工の施工管理要点

① アスファルト加熱塗膜系防水材の施工管理項目は，施工要領書に従う．

② 浸透系材料の性能を十分に発現させるため，舗装の残渣が残らないよう床版の研削と清掃は丁寧に行う．また，水に濡れていると浸透系材料が内部に浸透しないため，事前に床版が乾燥している事を確認する．

③（メタ）アクリル樹脂浸透系材料は硬化時間を一定に管理するため，雰囲気温度や床版表面温度により硬化促進剤の配合量を調整する．

④ 事前に吹き付け機が正常に作動している事を確認するため施工開始前にポリ袋に少量吹き付けて確実に硬化する事を確認する．

⑤ 吹き付け機で浸透性材料を塗布する場合は，塗布量や塗布パターンを一定にするため材料温度や吐出圧の管理を行うと同時に，ノズルやポンプ，ホースの日常メンテナンスに留意する（**図-解 5.4.30**，**図-解 5.4.31**）．

図-解 5.4.30　浸透型防水材吹き付け塗布状況

図-解 5.4.31　アスファルト加熱塗布型防水材塗布状況

5.4.5　舗装の施工

(1) 地域，気象条件，交通量条件等に応じて，水密性に配慮した適切なアスファルト混合物を使用する．
(2) 施工前に仕上り高さ，実施工程等について事前に確認を行う．
(3) 防水層の上に施す舗装は，各防水層の指定する条件を鑑みて施工する．
(4) 寒冷期（外気温 5℃以下）において舗設する場合には，特に防水層との付着性の確保および所定の締固め度が得られるように注意して施工を行う．
(5) アスファルト舗装と既設構造物との界面については，防水性を考慮した目地の設置を行う．

【解説】

(1) アスファルト混合物の種類については，地域，気象条件，交通量条件等に応じて使用する必要がある．特に基層については，水密性にも配慮することが大切である．表層，基層に用いるアスファルト混合物の種類の例を**表-解 5.4.1** に示す．

表-解 5.4.1　表層および基層に用いるアスファルト混合物の種類の例

適用箇所	アスファルト混合物の種類
表層	密粒度アスファルト混合物，密粒度ギャップアスファルト混合物， 細粒度ギャップアスファルト混合物，ポーラスアスファルト混合物
基層（レベリング層）	密粒度アスファルト混合物，砕石マスチックアスファルト混合物

また，表層にポーラスアスファルト混合物を用いる場合は，特に基層の耐剥離性に配慮する必要がある．基層混合物のバインダには，一般にストレートアスファルトが用いられているが，剥離抵抗性を高めるために，基層混合物に剥離防止材の添加または改質アスファルトⅡ型の適用を検討する．さらに，重交通量を有する路線においては，剥離抵抗性および耐流動性を向上させたポリマー改質アスファルトⅢ-W 型の適用についても検討する．

(2) 施工前の確認および留意事項を次に示す．

① コンクリート床版面の仕上り高さから，レベリング層の最低厚さを確保できない場合は，縦断線形の変更を行う．その際，舗装の厚さは，舗装と防水層との界面に生じるせん断応力に大きく寄与することから，舗装厚が著しく薄くなることのないよう留意する必要がある．

② 工事用車両が，防水層の上を通行することを極力少なくするように施工工程を考え，防水層施工後は，できるだけ速やかに，基層，表層の施工を行う．

③ 隣接区間の舗設時，加熱アスファルト混合物運搬用車両が走行すると，タイヤに付着した乳剤が施工済みの床版防水層を剥がす恐れがあるので，できる限り工事用車両が床版防水層の上を走行することがないような施工工程とする．なお，施工工程上，工事用車両の走行が頻繁にある場合は,それらに対し耐荷性のある床版防水層の選定または適切な養生等について検討する．

④ 防水層施工後，そのままの状態で長期間放置することは，床版防水層の性能低下およびブリスタリングの発生懸念の点から避ける必要がある．したがって，できるだけ早い時期（１週間程度以内）にアスファルト混合物を舗設する．

⑤ 夏季などの高温時では床版防水層が軟らかくなるため，舗設時間の変更も検討する．

(3) 施工時の留意事項を次に示す.

1）防水層に対する留意点

① 基層舗設前に防水層のブリスタリングやピンホールが認められた箇所は，防水層を補修する.

② 舗装直前には，床版防水層の損傷状態をよく確認する．床版防水層に損傷を発見した場合は補修を行う．その際，その防水材に適した補修材料や機材をあらかじめ準備しておく.

③ 防水層施工時に舗装用接着剤まで施工していても，舗装の施工までに時間が空いた場合は，舗設する時に舗装用接着剤の再塗布を検討する.

④ 舗設前には防水層の表面に滞水，付着物などが無いことを確認することとする．防水層の表面の水分や砂などの付着物は舗装との付着性が低下することになるため，これらの付着物が確認された場合については適切に清掃・除去する.

⑤ 床版防水層の上に油脂類（スコップやレーキの離型用油など）をこぼしたり，火気を近づけないように注意する.

⑥ 基層舗設時にアスファルト混合物層のブリスタリングが発生した箇所は，防水層を傷つけずに，釘やドリルなどで基層に穴を開け，ハンマなどで叩いて修復する．また，必要に応じて充てん材を注入する.

⑦ 基層舗設時において防水層に損傷が生じた場合（**図-解 5.4.32**），舗設後に不具合箇所全面を撤去し，防水層から再施工を行う.

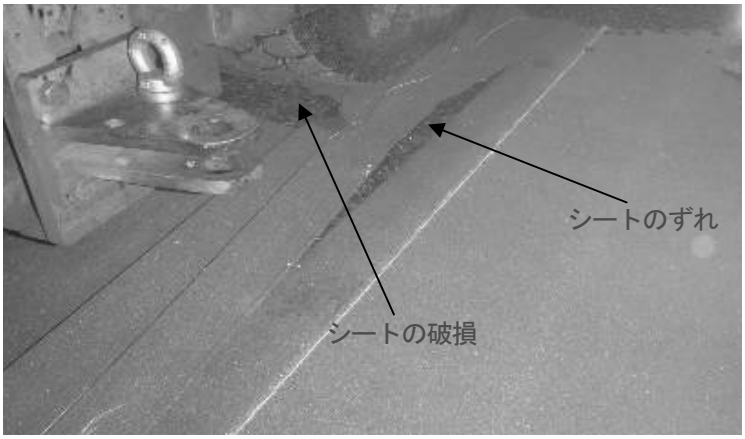


図-解 5.4.32　基層施工時の防水層の損傷事例

2）施工機械に関する留意点

① 舗設前の防水層上にローラへの散水や，作業車のエアコンの水などが滞水しないように配慮する.

② 舗設準備段階の重機，車両は床版防水層上から離れた場所に待機することが望ましい.

③ 舗装用機械をトレーラから降ろす時は，床版防水層が敷設されていない場所で行うことが望ましい.

④ 床版防水層上をダンプトラック，フィニッシャなどが走行する際は，タイヤに泥，アスファルトなどが付着しないようにするとともに，車の急制動，急転回を行わないようにする．また，床版防水上での長時間停車を避ける.

⑤ 基層を舗設する場合，床版防水層に損傷を与えないよう作業を行う必要がある．とくに，フィニッシャは床版防水層上を直接走行して舗設作業を行うため，現場条件に適したものを選定する．フィニッシャには牽引方式によりクローラ式とタイヤ式に分けられ，クローラ式の場合はゴム式クローラが望ましい.

3）舗設に関する留意点

① 舗設時の起終点部，舗装継目部および端部などについては，アスファルト混合物の温度低下による締固め不足が懸念されるため，特に温度管理に注意して施工を行う．

② 舗装の施工継目部は，前施工部と後施工部の一体化が不十分だと水の流入が生じやすくなる箇所となるため，入念に施工する．

③ 基層舗設後，できるだけ早く表層を舗設するように配慮する．

④ 夏期および急勾配の施工箇所においては，施工に十分な注意を必要とする．

⑤ 表層の施工においては，特に路面排水に留意して仕上げを行う．

⑥ 舗装継目については，継目からのひび割れ発生による雨水などの舗装内部への進入を抑制する必要がある．その対策として，舗装継目を極力少なくするために，フィニッシャを数台並べてホットジョイントにより施工する．また，コールドジョイントについては，ジョイント面に乳剤塗布または成型目地材を設置し，ジョイントヒータにより舗装継目部を加熱するなどして，継目部の一体化を図る．

⑦ 基層の舗装継目は，縦方向の防水シートの重ね合せ部に対して位置をずらして配置し，走行車両の車輪の真下にならないように計画する．

⑧ 基層と表層の舗装継目は 10cm 程度以上離すようにする（**図-解 5.4.33**）．

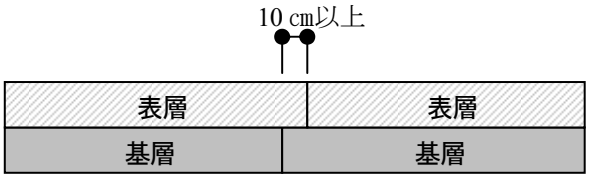


図-解 5.4.33　基層と表層の舗装継目

コンクリート床版上におけるアスファルト舗装の施工状況を図-**解 5.4.34～36** に示す．

図-解 5.4.34　アスファルトフィニッシャによる敷均し

図-解 5.4.35　ロードローラによる初期転圧

図-解 5.4.36　タイヤローラによる２次転圧

(4) 寒冷期施工の留意事項を次に示す.

① 舗設の状況に応じて,アスファルト混合物製造時の温度を普通の場合より管理範囲内の上限側とする.

② アスファルト混合物の温度が低下しても,良好な施工性が得られる中温化技術を必要に応じて適用することも検討する．なお，この場合にはアスファルト混合物温度の低減は行わない.

③ アスファルト混合物の運搬にあたっては，運搬車の荷台に帆布を 2～3 枚重ねて用いたり，特殊保温シートを用いたり，木枠を取り付けたりするなど，運搬中の保温方法の改善を行う.

④ アスファルト混合物の敷きならしに関しては，連続作業を心掛け，局部加熱に注意しながらアスファルトフィニッシャのスクリードを断続的に加熱する.

⑤ アスファルト混合物の締固めに際しては，次の点に留意する.

・転圧作業のできる最小範囲までのアスファルト混合物の敷きならし後，直ちに締固め作業を開始する．初転圧時のヘアクラックを少なくするためには，線圧の小さいローラを用いる.

・ローラへのアスファルト混合物の付着防止には，水を用いず付着防止剤などを噴霧器で薄く塗布する.

・コールドジョイント部は，アスファルト混合物温度が低下しやすく締固め不足になりやすいため，直前に過加熱に注意しながらガスバーナ等を使用して，既設舗装部分を加熱しておく.

(5) 目地の設置に関する留意事項を次に示す.

① 一般に舗装面は横断勾配があり，雨水は地覆・縁石の方に流れ，舗装との境界部から舗装内部に水が流入する恐れがある．これを防ぐ目的で，地覆・縁石・排水枡などと舗装との境界部に目地材を設置する．目地材には，注入目地材と成型目地材がある.

② 注入目地材を注入する場合は，必要に応じて隙間部にプライマーを塗布してから注入する．目地材は加熱しすぎると劣化するので，メーカが指定する範囲内で管理する.

③ 成型目地材については，貼付部分を良く清掃してプライマーにタックが表れたら押し付けて貼り付ける.

④ 成型目地材は，アスファルト混合物の舗設時にその熱で溶け出して一体化する．そのため，舗設時のアスファルト混合物の温度低下に注意する必要がある.

⑤ 目地は舗装と構造物との接触部から雨水などの浸入を防止し，基層および床版を保護するために設ける.

⑥ 表層と構造物との接触面には，あらかじめすき間をつくっておき，注入目地材を充填するか，成型

目地材を設置する．

⑦ 表層が密粒度アスファルト混合物の場合，目地材は表層に設ける．また，表層がポーラスアスファルト混合物の場合，基層に目地材または導水管を設ける．なお，目地材は低弾性タイプと高弾性タイプに区分される．一般的に寒冷地では高弾性タイプ，温暖地では低弾性タイプを選定するのが良い．寒冷地に高弾性タイプを用いるのは，ゴム含有量が多いため氷点下においても硬くならずに弾性の性質を保持することで，目地の機能を果たすためである．

アスファルト舗装の施工フローを**図-解 5.4.37** に示す.

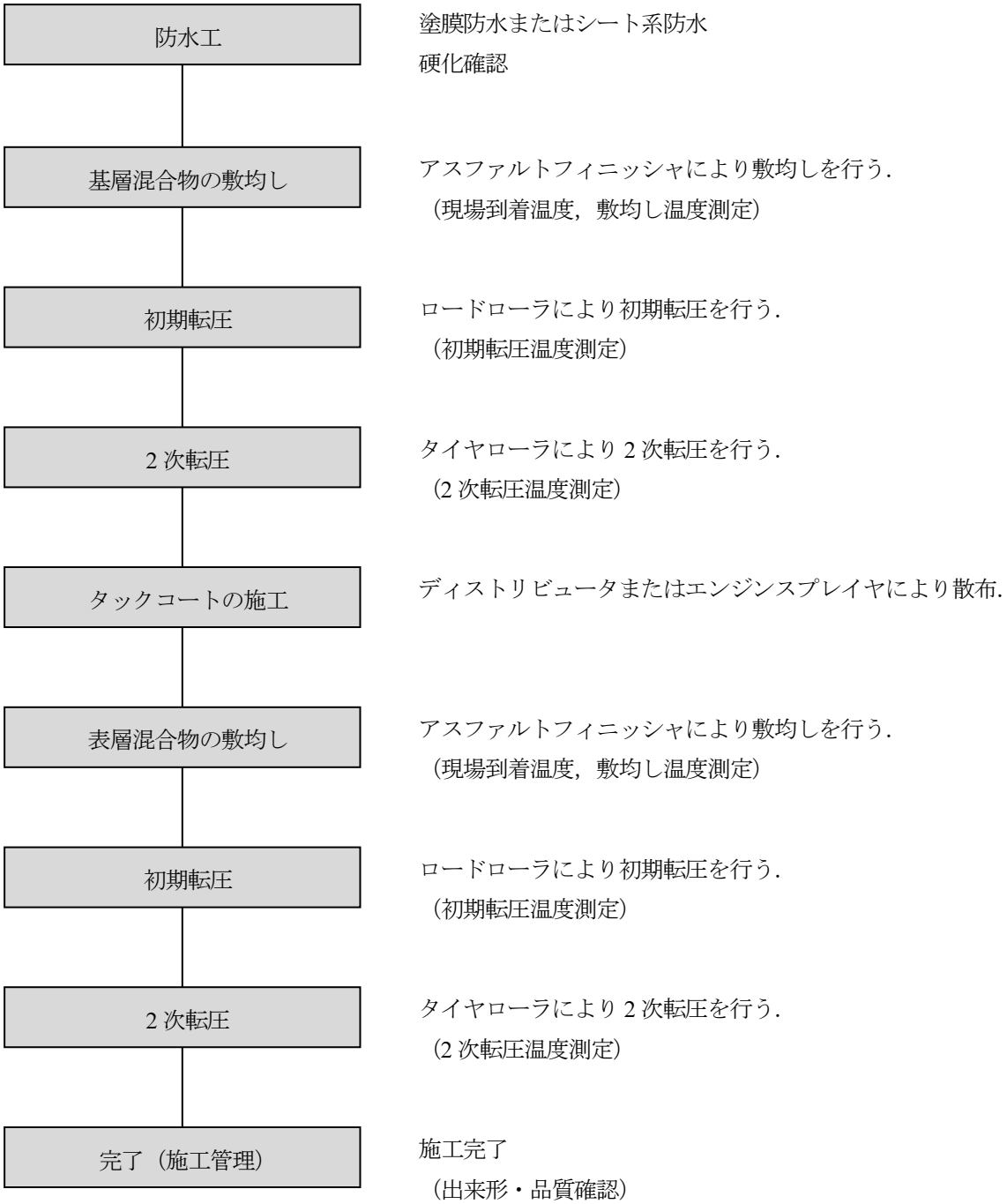


図-解 5.4.37　アスファルト舗装の施工フロー

5.5　施工管理

(1) 床版防水層および舗装の施工にあたり，良好な出来形・品質を得るために十分な施工管理を行う．このため，施工管理の資料を事前に準備しておき，出来形・品質をチェックすることにより，常に良好な施工状態を確保する．
(2) 床版防水層の施工管理は，仕様書や設計図書に定められた要求性能を満足するために，施工の各段階で行う．施工管理は，あらかじめ作成されたチェックシートを利用して行う．
(3) 舗装の施工管理は，原則的に舗装施工便覧[2)]に基づき行う．

【解説】

施工後において不良個所が発見された場合，再施工は多大な労力と時間を要する．そのため，工程ごとに十分な管理を行って施工することが重要である．施工者はその完成物が設計基準を満たすように施工管理（工程管理，出来形管理，品質管理，写真管理）を行い，状況に応じて発注者の立会いを受け，結果を発注者に報告する．

(1) 施工管理の留意点を次に示す．

① 床版防水が所定の性能を発揮し，かつその性能が必要とされる期間全般にわたって十分に持続するためには,使用する材料が所要の品質を有するものであることならびに出来形が所定のものであることを,必要に応じて試験や測定を実施して確かめておく必要がある．

② 床版防水工事に新しい材料，工法を適用する場合は，設計時点（材料選定時）において，品質管理,出来形管理および検査の手法，合格判定値について，性能照査試験結果，施工性試験結果を踏まえて,その開発者などの関係者を交えて，あらかじめ協議して決めておく必要がある．

③ 施工時には，施工計画書に従って，品質管理および出来形管理を適切に行うことが重要である．

④ 出来形管理および品質管理とは，床版防水が所定の寸法または性能を有するように行う管理であり,床版防水層を構成する各層ごとに，各施工段階完成時に行う．

⑤ 出来形不足による再施工は手間がかかり，また不経済となるので，日常の管理により，このようなことが発生しないようにする必要がある．特に端部などは施工不良となりやすいため，入念に施工を行うことが重要である．

(2) 床版防水層の施工管理は，あらかじめ作成されたチェックシート等を利用して行う．現場における施工管理の主な確認項目を示す．

① 防水層の性能が確保できる床版状態の確認.

② 防水層としての均一性の確認（重ね幅，ピンホール，膜厚，端部の状況）.

床版防水層の施工におけるチェック項目の例を，**表-解 5.5.1** に示す.

表-解 5.5.1　床版防水層施工のチェック項目の例

種別	項目	範囲あるいは頻度	方法・管理指標	備考
コンクリート床版	水分量	全面	打設後の経過日数，目視，乾燥状態の確認	
接着層	塗布量	300 ㎡を超えない範囲で 1 日 1 回行う	納品書および空缶	
	塗りむら		全面目視	
	気泡		全面目視	
	キズ		全面目視	
シート系床版防水層	貼付用ｱｽﾌｧﾙﾄ塗布量	300 ㎡を超えない範囲で 1 日 1 回行う	納品書および空缶	
	はがれ		全面目視	
	シワ		全面目視	
	気泡		全面目視	
	キズ		全面目視	
	重ね幅		測定	
塗膜系床版防水層	塗布量	各層とも 300 ㎡を超えない範囲で1 日 1 回行う	納品書および空缶	
	塗膜厚		膜厚計による計測	
	ﾋﾟﾝﾎｰﾙ		全面目視	
	気泡・キズ		全面目視	
目地	ﾌﾟﾗｲﾏｰ塗布量	全箇所	納品書および空缶	
	隙間		目視	
	はみ出し		目視	
床版防水層の端部処理	－	全箇所	目視	
排水枡部	孔部 排水枡端部	各枡ごと	目視	

(3) 舗装の施工管理は，所定の幅員および高さに仕上げるように配慮するとともに，管理温度に留意し，所定の締固め密度が得られるように行う．また，基層施工時には防水層が傷付いていないか確認することも重要である．現場における施工管理の主な確認項目を示す．

① アスファルト混合物の温度の確認．

② 床版・防水層・舗装，相互の一体性の確認．

舗装における出来形管理項目の例を**表-解 5.5.2** に，施工時の日々の管理記録表の例を**表-解 5.5.3** に示す．

表-解 5.5.2　舗装の出来形管理項目の参考例[2)]

種別	項目	範囲あるいは頻度	標準的な管理限界	判定
基層	厚さ	1,000 ㎡ごと	－0.9cm 以上	
	幅	100m ごと	－2.5cm 以上	
表層	厚さ	1,000 ㎡ごと	－0.7cm 以上	
	幅	100m ごと	－2.5cm 以上	
	平たん性	車線ごと全延長	2.4mm 以下	
	浸透水量[注1)]	1,000 ㎡ごと	1,000ml/15s 以上	

[注1)] ポーラスアスファルト混合物の場合に適用する．

表-解 5.5.3　施工時の管理記録表の参考例

工事名			橋梁名	
施工業者名			施工日時	年　月　日
天候			気温	℃
風速				
全体施工面積			日施工面積	㎡
施工	床版の含水率			
	舗設温度			
出来形異常の有無	厚さ			
	幅			
	高さ			
材料使用量	防水材			
	基層材			
	表層材			
その他特記事項				
	記録者			

5.6 検　査

(1) 検査では，防水層としての性能を満足するために，以下の項目を確認する．
　①床版性状の検査（凹凸，粗さ，段差）
　②防水層としての均一性（重ね幅，ピンホール，膜厚，端部の状況）
　③床版・防水層・舗装相互の一体性の検査（接着強さ，せん断強さ，ブリスタリング）
　④舗装の検査
(2) 不合格の場合については，適切に処理する．

【解説】

(1) 検査では，防水層としての性能を室内試験による試験成績とともに，施工の各段階における状況や出来形を検査することによって，床版防水が所定の要求性能を満足することを確認する必要がある．また，以下のような項目に留意し検査するとよい．

・検査にあたっては，検査員または発注者側の施工管理者が立会して実施する．
・検査員は，試料採取，測定，試験，その他工法に関する幅広い知識を有する熟練技術者が望ましい．
・検査員が立会のもと行った施工管理試験は，検査を行ったものとみなしてもよい．
・検査の実施時期や実施場所，頻度は，発注者と受注者間で事前に協議し，決定するとよい．
・検査試験のために防水層を傷つけることを避けるため，試験施工で施工過程を確認したり，非破壊試験を適用するのが望ましい．

検査項目は以下のとおりである．

① 床版性状の検査（凹凸，粗さ，段差）

コンクリート床版と床版防水の付着性，耐久性等の性能を確保するため，床版防水を施工する前の検査について適用する．主な検査項目および確認手法は**表-解 5.6.1** を参考にするとよい．

② 防水層としての均一性（重ね幅，ピンホール，膜厚，端部の状況）

防水層設置段階（アスファルト混合物前まで）の検査について適用する．主な検査項目および確認手法は**表-解 5.6.2** を参考にするとよい．

③ 床版・防水層・舗装総合の一体性の検査（接着強さ，せん断強さ，ブリスタリング）

床版と防水層および防水層と舗装の一体性に関する検査について適用する．検査項目および確認手法は**表-解 5.6.3** を参考にするとよい．

④ 舗装の検査

基本的には，舗装の検査は日本道路協会図書の仕様に準拠して行うとよい．橋梁部では原則としてコアを抜かず，事前に設けた基準点等を用いて舗装厚さを算出したり，舗装厚さと面積から体積を算出して合材使用量から舗装全体の締固め密度を算出することがある．

(2) 検査不合格時の対応については，発注者と受注者間で協議して決定することを基本とする．

ブリスタリングが生じて一体性が損なわれたと判断される場合は，舗装や防水層を撤去し再施工することも検討する必要がある．また，軽微な部分補修で一体性やその他要求される性能が満たされると判断される場合は，発注者の承認を得て補修を行うものとする．なお，補修後の性能が要求される性能を満たさない場合についても，その対応を発注者と協議して決定することを基本とする．

表-解 5.6.1　床版性状（床版防水施工前）の主な検査項目および確認手法の例

検査項目	確認手法	試験体寸法 (mm)	頻度	評価基準
1) 床版面の凹凸	目視，定規	－	全面	施工要領書で定めた凹凸以下であること
2) 床版の粗さ	ＣＴメータによるきめ深さ サンドパッチング法によるきめ深さ	－	300m^2 を超えない範囲で 1 日 3 箇所	きめ深さが 1 mm 以下であること
3) ひび割れ	目視，クラックスケール	－	全面	有害なひび割れがないこと 有害なひび割れがある場合には，適切に補修されていること
4) レイタンス	目視	－	全面	レイタンスが無いこと
5) 段差	目視	－	全面	施工要領書に示す許容範囲内であること
6) 障害物	目視	－	全面	障害物がないこと
7) 床版コンクリートの脆弱性	目視，点検ハンマ，プライマー塗布後の建研式引張試験	□40×40	300m^2 を超えない範囲で 1 日 3 箇所	1.2N/mm^2 以上

1) この基準は日本では規定されていないため，スイスで採用されている基準を例として示した．床版の凹凸が明らかに大きいことが確認された場合には，凹部を清浄にして樹脂モルタル等で補修した後，凹凸を計測するとよい．

2) 床版粗さの測定の選定は，施工条件等を勘案して行うとよい．頻度に関しては，１日で施工可能な面積（最大 500m^2 程度），あるいは施工面積が小さい場合には３箇所とするとよい．なお，明らかに凹凸の著しい箇所が多いと判断される場合には，発注者が検査の頻度を調整する必要がある．

CT メータによるきめ深さの測定は，（社）日本道路協会発行の「舗装調査・試験法便覧」[1)] で規定された S022-3T（回転式きめ深さ測定装置を用いた舗装路面のきめ深さ測定方法）に準拠して実施するとよい．評価基準値は，高速道路株式会社の「構造物施工管理要領」[3)] で採用されている基準を示した．また，CT メータによる床版粗さの評価は，スイスでも採用されており，評価基準値は 0.5～1.2mm としている（**図-解 5.6.1**）．

サンドパッチング法によるきめ深さの測定は，「舗装調査・試験法便覧」で規定された S022-1（SL 砂を用いた舗装路面のきめ深さ測定方法）に準拠して実施するとよい．評価基準値は，「構造物施工管理要領」で採用されている基準を示した（**図-解 5.6.2**）．

3) 有害なひび割れとしては，（社）日本コンクリート工学協会(JCI)の「コンクリートのひび割れ調査補修・補強指針,2003.6」において，防水性からみた場合 0.2mm 以上であることが示されている．したがって，

この数値を基準としてクラックスケールにより検査するとよい．ただし，微少なひび割れが多数発生するなど，対応が不明な場合には，発注者と協議するとよい．

4) レイタンスの除去が不十分な場合には，防水層が十分付着しない可能性があるため，レイタンスが床版上面に残存しないことを目視で確認するとよい．

5) 防水層の種類により，ある程度の段差が許容される場合があるため，防水工施工業者が作成する施工要領書・計画書を参考にするとよい．

6) 施工面に障害物がある場合には，施工に支障を来すため，目視で確認するとよい．

7) コンクリートの脆弱性は，目視および点検ハンマを用いて検査するとよい．ただし，床版コンクリートの脆弱性が疑われるような場合には，防水層を施工する床版面にプライマーを塗布した後，建研式引張試験　(□40×40mm)を実施して確認するとよい．

プライマーの塗布は，施工要領書に示された方法により所定量塗布することを原則とする．床版施工面の凹凸が大きく，所定数量以上のプライマーを塗布する必要がある場合や，プライマーの床版への含浸が良い場合には，検査監督員の承認を得られた場合のみ，プライマーを所定量以上塗布してもよい．プライマーの養生時間は，施工要領書に示された時間を基本とするとよい．なお，評価基準値は，「構造物施工管理要領」で採用されている基準値(1.2N/mm^2)を示した．

建研式引張試験は試験機を手動操作するため，試験者の違いによる誤差が生じる懸念がある．そのため，載荷速度を一定にするために試験機操作速度をストップウォッチ等により管理することや，より正確に引張強度を得るため，治具が水平に設置されていることを確認する必要がある．また，引張接着強度のバラツキや破断面が治具と接着剤となり，適切に対象部位の引張接着強度が得られない場合が考えられるため，試験は 3 箇所で行い，1 箇所あたり 5 個以上実施することが望ましい(**図-解 5.6.3**)．欧州では，BS EN1542,1999 に準拠して試験を実施し，試験体寸法φ50mm，試験体数５（最低３）とし，治具を 90±1° になるように設置することが規定されている．

日本における建研式引張試験では，コンクリートへの切込み深さの規定は定められていないが，欧州では，BS EN1542,1999 に準拠して試験を実施することとなっており，切込み深さを 15±5mm にすることに加えて，治具の厚さを鋼材の場合 20mm 以上，アルミニウムの場合は 30mm 以上と規定されている．

試験終了後は，施工要領書に従って試験箇所の補修（復旧）を行うとよい．

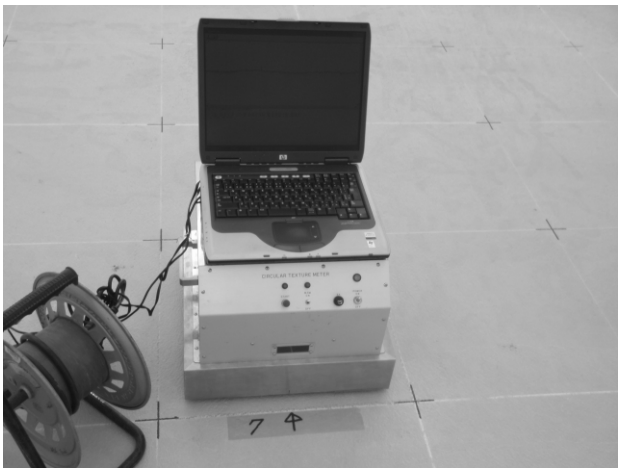


図-解 5.6.1　ＣＴメータの例

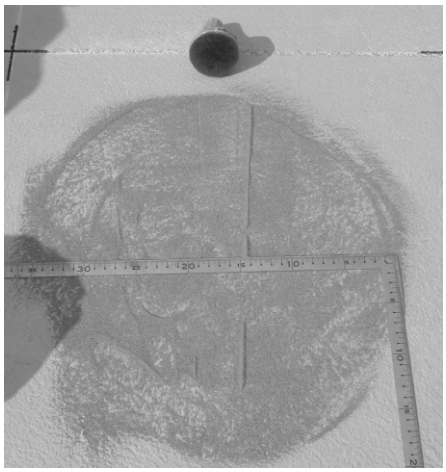


図-解 5.6.2　サンドパッチングの例

＜試験条件＞
試験体寸法：□40×40mm
試験体数：5 体以上
評価基準：23℃ 0.6N/mm^2
試験後の破断面の温度を測定し，表-解 5.6.4 の基準値と比較
実施場所：現場のみ

図-解 5.6.3　建研式引張試験の例

表-解 5.6.2(1)　防水層設置時の主な検査項目および確認手法の例（シート系防水層に適用）

検査項目	確認手法	試験体寸法 (mm)	頻度	評価基準
1) シートの膨れ（ブリスタリング），シワ，キズ	目視	－	全面	膨れ，シワ，キズがないこと
2) シートの重ね幅	コンベックス等で計測	－	全面	施工要領書に定めた必要幅を満足すること
3) シート重ね部の浮き	目視	－	全面	浮きがないこと
4) シートの継ぎ目	目視	－	全面	異常がないこと，継ぎ目位置は設計どおりであること
5) 貼付けコンパウンドの温度と塗布量	温度計による確認 使用量（空缶等）	－	1 日 3 回	施工要領書に定める適正温度，使用量であること
6) アスコン舗設時のシートのズレ，はがれ	目視	－	全面	ズレ，はがれがないこと
7) 床版と防水層の一体化	建研式引張試験	□40×40	1 日 2 箇所	試験体温度に換算した引張接着強度以上

1) 必要に応じて点検ハンマ等によるたたき点検や赤外線を利用するとよい．目視による検査により，膨れ，シワ，キズが認められた場合には，発注者が承認した方法で補修を行った後，再度検査を行う必要がある．

2) シート系防水材には，重ね箇所を明確にするため，シート上面にラインが引かれている場合が多い．しかしながら，流し貼り工法により防水シートを敷設する場合には，コンパウンドがシートの重ね部から溢れ出 し，ラインを覆うことが多いため，重ね部の検査はできるだけ施工時に行う方がよい．施工後に検査する場合には，スケール等によりシートの重ね位置を確認するとよい．

3) シート重ね部が十分に接着して，浮きがないこと目視で確認するとよい．

4) シート系防水層は，橋軸および橋軸直角方向に重ね部が存在する．また，縁石部やジョイント周り，排水口周り等にも重ね部が設けられる．これらの継ぎ目が設計どおりの位置で正しく設けられていることを目視で確認するとよい．

5) コンパウンド温度の確認は，シート敷設開始時，中間時，終了時の 3 回を標準とするとよい，これは，施工途中でコンパウンドを追加して熔解させる必要があるため，コンパウンド温度の低下や，熔解し続けることによるコンパンド温度が適正値以上とならないことを検査するものである．コンパウンドの適正温度は，製品により異なる場合が考えられるので，施工要領書や製品カタログで確認しておくとよい．使用量は，使用した個体ブロックや空缶等の数量で確認するとよい．

6) 舗装は高温で施工されるため，この熱影響と舗装機械の移動に伴って防水層がはがれたりズレたりしないことを目視で確認するとよい．

7) 現場で建研式引張試験を実施する場合，基準値に対して試験温度が異なることが予想される．そのため，試験温度ごとに引張強度の基準値を求める必要がある．各試験温度における基準値は，防水便覧の-10℃および23℃に加えて，高速道路会社が採用している 50℃の基準値を用いて内挿して求めるとよい(**表-解 5.6.4**)．実施頻度は，1 日に 2 箇所，1 箇所あたり 5 個以上試験することが望ましい．その他は**表-解 5.6.1** に準拠して行ってよい．

試験終了後は，施工要領書に示された方法で防水層の補修を行う．

表-解 5.6.2(2)　防水層設置時の主な検査項目および確認手法の例（塗膜系防水層に適用）

検査項目	確認手法	試験体寸法 (mm)	頻度	評価基準
1) 膨れ（ブリスタリング），気泡（ピンホール），キズ	目視	－	全面	膨れ，気泡，キズがないこと
2) 塗膜計防水材の膜厚，塗布量	膜厚計による計測	－	1 日 3 箇所	施工要領書に定める最低膜厚以上あること
3) 塗りむら	目視	－	全面	所用の量が塗布され不足がないこと，コンクリート床版が直接見える部分がないこと,塗布膜が均一で不溶解分，ゴミ等の異物が残らないこと
4) 端部処理	目視	－	全面	所定の処理がなされ異常がないこと
5) 排水枡	目視	－	全面	所定の処理がなされ異常がないこと
6) 床版と防水層の一体化	建研式引張試験	□40×40	1 日 2 箇所	試験体温度に換算した引張接着強度以上

1) 膨れは目視に確認するとよい．検査により膨れが認められた場合には，発注者が承認した方法で補修を行った後，再度検査を行う必要がある．気泡については，必要に応じてピンホールテスタを用いて検査するとよい．

2)　塗膜系防水材の場合には，施工要領書で定められた防水材の最低膜厚を確保していることを確認することが重要である．膜厚の測定は，代表的な箇所について三針式膜厚計（**図-解 5.6.4**）等を用いて実施するとよい．なお，防水層に珪砂等の骨材が含まれる場合には，三針式膜厚計により適切に防水材の厚さを計測することが困難な場合がある．その場合には，監督員の承認を受けた三針式膜厚計以外の方法で防水材が最低膜厚以上で施工されていることを示す必要がある．ただし，塗布量については，施工要領書の規格を満足していることを使用量（空缶等）で確認するとよい．

3) 吹付けやローラで人力施工されるため，塗りむらが生じることがある．塗布膜が不均一でコンクリート床版が直接目視で確認される場合には，塗りむらがあると判断してよい．このような部分は，最小膜厚を満足していない可能性が高いため，施工要領書に記載された重ね塗り等で対処するとよい．

4) 縁石部やジョイント部は構造が複雑であるため，施工が難しく，変状も生じやすい．特に鉛直面では，ダレや塗りむらが懸念されるだけでなく，転圧ローラ等によるキズやはがれが生じていないか確認する必要がある．

5) 排水枡も様々な種類があり，構造も均一でないため，塗りむらやダレが生じやすいだけでなく，排水を疎外されるような施工が行われる恐れがある．このような処置がなされていないことを，目視により丁寧に検査するとよい．

6)　**表-解 5.6.1** に準ずる．ただし，試験終了後は，施工要領書に示された方法で防水層の補修を行う．

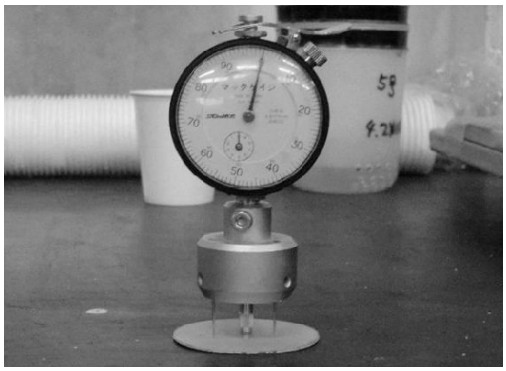


図-解 5.6.4　三針式膜厚計

表-解 5.6.3　防水層と舗装の一体性に関する検査項目および確認手法の例

検査項目	確認手法	試験体寸法 (mm)	頻度	評価基準
1) 防水層と舗装との一体化	建研式引張試験	φ100	1 日 2 箇所	試験体気温に換算した引張接着強度以上
2) 防水層と舗装との一体化	引張接着試験（コア採取可能な場合）	φ100×100	必要に応じて実施	23℃: 0.6N/mm^2 以上
3) 防水層と舗装との一体化	せん断接着試験（コア採取可能な場合）	φ100×100	必要に応じて実施	23℃: 0.15N/mm^2 以上
4) 防水システム全体の防水性	防水性試験Ⅱ（コア採取可能な場合）	φ100×100	必要に応じて実施	漏水がないこと

1) 舗装を含むコアで試験を行うため，φ100mm のコアで 1 日 2 箇所，1 箇所あたり 3 個の試験を行うのが望ましい.

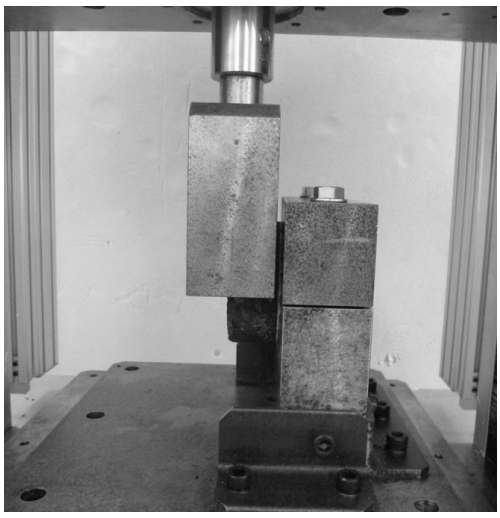
2) 試験方法および評価基準は，「防水便覧」に準拠して行ってよい.

3) 試験方法および評価基準は，「防水便覧」に準拠して行ってよい．なお，試験体寸法は防水便覧では□100×100×100mm であるが，ここでは，φ100×100mm を用いることとしている.

4) 試験方法および評価基準は，「防水便覧」に準拠して行ってよい.

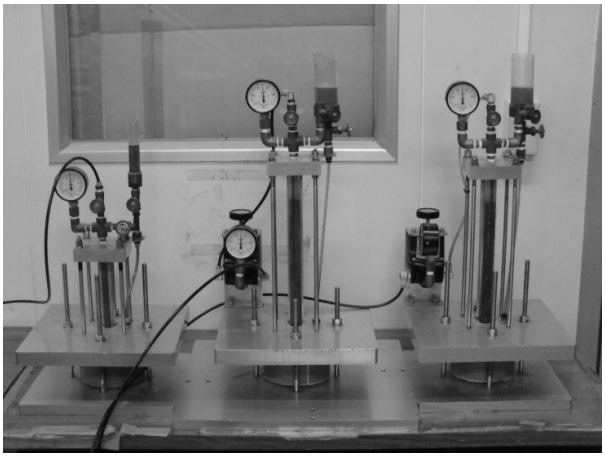
＜試験条件＞
試験体寸法: φ100×100mm
載荷速度：毎秒 0.1N/mm^2
試験体数：3 体
評価基準：23℃　0.6N/mm^2
実施場所：試験室

図-解 5.6.5　引張接着試験例



＜試験条件＞
試験体寸法：φ100×100mm
載荷速度：1mm/分
試験体数：3 体
評価基準：23℃　0.15N/mm^2
実施場所：試験室

図-解 5.6.6　コアのせん断接着試験例

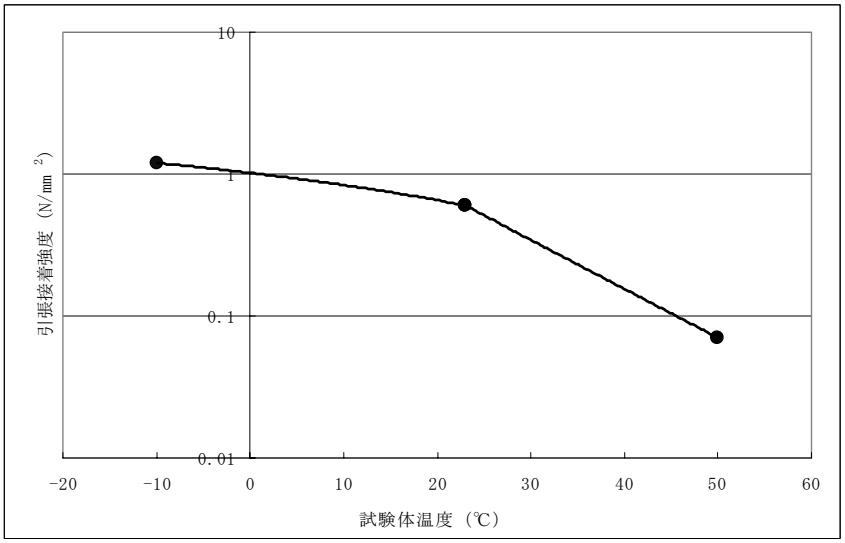


＜試験条件＞
試験体寸法：φ100×70mm
負荷：水圧 0.5MPa で 24 時間
試験体数：3 体
評価基準：漏水がないこと[注)]
実施場所：試験室
[注)] 試験体を割裂しブラックライトを照射して目視確認

図-解 5.6.7　防水性試験例

表-解 5.6.4　各温度における換算引張接着強度

試験体温度	引張接着強度
-10℃	1.2 N/mm^2
23℃	0.6 N/mm^2
50℃	0.07 N/mm^2



5.7　施工記録

工事を実施した場合には，工事記録を保存する．

【解説】

1) 施工記録の作成

工事を実施したときには，次回の補修工事時の情報として活用することを目的に，施工記録を作成・保存する（**表-解 5.7.1**）．

表-解 5.7.1　施工記録の例（新設）

施工管理記録の例

工事名		
橋梁名		
路線面		
距離票		〜　　kp
施工年月日		
天候		
気温		
風速		
防水層の種類	種類	1. 塗膜、2. シート、3. その他（　　）
	製品の名称	
	名称（メーカ名）	
防水層の使用材料（断面図）		
床版の含水率（高周波水分計）		
下地処理方法		
舗装の仕様（混合物種、ｱｽﾌｧﾙﾄ種、厚さ）	基層	
	表層	
施工業者	既設舗装撤去	
	防水工	
	舗装工	

【第 5 章　参考文献】

1)（社）日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，2007.6

2)（社）日本道路協会：舗装施工便覧，2006.2

3) 東・中・西日本高速道路株式会社：構造物施工管理要領，2011.7

第 6 章　既設床版の床版防水システム

6.1　一般

(1) 床版防水システムのない既設橋の舗装を打ち換える場合には，床版防水システムを導入するのがよい.

(2) 既設橋の舗装と床版防水層を打ち換える場合には，橋梁の LCC(life cycle cost)を考慮するとともに，各補修工法において所要の品質を達成できる施工条件を設定する.

(3) 既設橋の舗装打換え時の床版防水層の施工は，新設橋と比較して多くの制約を受ける．このことから，事前の調査は重要であり，調査結果をもとに，これらの条件を総合的に検討したうえで，適切な床版防水層を選定し，設計･施工にあたる必要がある.

【解説】

この章は，既設橋の舗装や防水層の損傷を補修することを目的として舗装を全層打ち換える場合に，舗装や防水層の調査，設計，施工についての留意事項をまとめたものである．床版の損傷およびその補修については「道路橋床版補修マニュアル」[1)] を参照されたい．舗装のポットホールの補修や舗装の部分補修および防水層の部分補修については，**第 7 章　床版防水システムの維持管理**を参照されたい.

(1) 既設橋では床版防水システムが導入されていない場合が多い．床版防水は床版の耐久性に大きく寄与することが明らかであるので，舗装が健全であり打換えの必要がなくても，予防保全の立場から早期に床版防水システムを導入することが望ましい．舗装の打換えの場合には，床版防水システムを導入するのがよい.

(2) 既設橋の舗装や防水層を打ち換える場合には，多くの制約条件があるが，その中で最も大きな制約の一つは，交通規制である．交通規制は，橋梁を利用している人を迂回させたり，渋滞によって社会に経済的な損失を与えたりするため，規制時間および規制方法にはある程度の制約が課せられる．この制約が舗装や防水層の設計や施工法の選択，施工の品質に影響を与える場合がある．適切な補修ができなかった場合には，床版の劣化は加速度的に進展する場合が多く，問題を引き起こしている事例がある．アスファルト合材や防水層を除去するために，床版を切削してしまうような施工が行われたとすると，施工時間の短縮は可能であるが，床版の疲労耐久性は大きく低下させることになる．16cm 厚の床版を 1cm 切削した場合の疲労耐久性が，1/16 に低下したという実験結果[2)] もある．したがって，床版を傷付けるような施工法は避ける必要がある．このようなことからも，既設橋の舗装や防水層の補修をする場合には，所要の品質の補修が確実に達成できる施工条件を整備することが重要である.

(3) 既設橋の舗装打換時の床版防水の設計・施工には，新設橋と比較して多くの条件が付加される．設計では，道路の使用実態に即した耐久性が求められるほか，使用環境に応じた交通規制条件および橋梁の LCC を考慮した経済性が加味されて防水層の種別が選定される．防水層の選択にあたっては，施工箇所の施工条件が，防水層の製造者の作成した施工要領書に記載されている施工条件と適合していることを確認する必要がある.

6.2 事前調査

既設橋の舗装や床版防水層の打換えの計画・設計を行う場合には，十分事前の調査を行う．

【解説】

事前調査では，次のような項目について調査する．

(1) 基本調査

基本調査とは，橋種や橋長・支間長・幅員構成などの橋梁の諸元，供用年数および交通量，大型車混入率などの供用条件，塩害や凍結融解作用の影響を受ける環境かどうか，過去にどのような補修を繰り返してきたかを維持管理資料から机上調査をする項目である．基本調査項目を，**表 - 解 6.2.1** に示す．

表-解 6.2.1 基本調査項目

調査項目	確認事項
橋梁諸元	橋梁台帳や設計図書から，橋梁の諸元を確認する．
供用条件	供用年数や交通量，大型車混入率などの供用条件を道路管理資料から確認する．
立地条件	塩害や凍結融解作用など構造物の耐久性に影響が大きい立地条件かどうかを地理情報から確認する．
補修履歴	舗装の補修の履歴を確認し，損傷の原因を推定し，補修設計に反映する．

(2) 気象条件

床版防水層は一般に，温度に敏感であるため，適用箇所の気候が温暖であるか寒冷地であるか，施工時期が夏場か冬季であるかなどの判断が防水層を選定するうえで重要である．適切な施工を行うためには適用箇所の気温の日変動および季節変動，湿度の季節変動も把握しておく．防水層の気象条件に関する一般的な留意点を参考までに**表 - 解 6.2.2** に示す．

表-解 6.2.2 環境温度に対する適用性の調査

調査項目	確認事項
温暖地への適用	夏季に防水層のせん断抵抗力が低下して，舗装の側方流動の原因とならないように，高温時のせん断抵抗の低下しない材料を選定する．
寒冷地への適用	冬季に防水層の伸び性能が低下して，ひび割れの開閉に追従できずにひび割れが発生することのないように，低温時の伸び性能が低下しない材料を選定する．
夏季の施工時の適用	夏季の路面温度は直射日光により 60℃近い温度になる．材料によってはこのような温度に適用できないものもある．また，高温時の付着強度低下が大きな防水層の場合には舗装施工機械により容易に傷付く場合がある．
冬季の施工時の適用	路面温度が 5℃以下の場合には，防水層が形成できないものもあるので，やむなくても施工しなければらない場合は，防水層の施工可能条件を確認する．

(3) 施工条件

施工時の条件としては，交通規制で確保できる施工時間，工事内容により可能な施工時間帯，規制の形態により確保できる作業空間の大きさ，騒音・振動・異臭などの苦情の元になる人家からの距離などの調査が必要である．施工環境条件として注意をすべき事項を**表-解 6.2.3** に示す．

表-解 6.2.3　施工環境条件の調査項目

調査項目	内容
規制可能時間	季節変動・日変動の交通量データから，渋滞の発生しないあるいは許容できる程度の渋滞に収まる規制方法・時間帯を求める.
迂回路の調査	通行止めや規制による渋滞のために交通に障害を与える場合でも，迂回路があれば，その影響を小さくすることができる.
騒音・振動	舗装切削など騒音・振動が発生する工事が含まれているので，この騒音・振動を発生する工事の施工可能な時間を求める.
異臭の有無	防水層の中には異臭が強い材料がある．このような材料を使用する場合には人家から離れている必要がある.

(4) 舗装の調査

舗装の設計厚さや防水層の有無は事前に確認しておかなければならない. 舗装面には，舗装そのものに起因する変状だけでなく，防水層に起因するものや床版に起因するものが，路面のひび割れ，わだち掘れ，ポットホールという形で現れる．そのため，その原因を考慮して再発を防ぐ必要がある．また，舗装の撤去方法は補修計画に大きく影響を与えるため，舗装切削機械の種類，適用範囲，施工速度等の情報を収集しておく必要がある．特に，舗装を撤去するには舗装切削機が使用される場合が多いが，その際に床版を切削しないような施工が求められる．床版面には建設時の凹凸があり，舗装厚が不均一になっているため，舗装撤去工事を開始する前に舗装厚の分布を面的に把握しなければならない. 床版面のタックコートや旧防水層の撤去方法も調査する必要がある．舗装の調査項目を**表-解 6.2.4** に示す.

表-解 6.2.4　舗装の調査項目

調査項目	内容
舗装の厚さ	設計舗装厚を確認するばかりでなく，実際の舗装厚の分布をコアや非破壊試験機器等を用いて測定する.
防水層の有無	防水層の有無および種類，製品名を調査する.
路面の凹凸	凹凸の程度や範囲を，目視や簡単な計測機器を用いて調査する.
路面のひび割れ	ひび割れの長さや幅，ひび割れ率を目視や簡単な計測機器を用いて調査する.
わだち掘れ	わだち掘れの程度や範囲を，目視や簡単な計測機器を用いて調査する.
ポットホールの有無，舗装補修跡の有無	ポットホールの発生や舗装の補修跡の存在は，舗装の問題ばかりでなく，防水層や床版に問題がある可能性が高いので，発生位置を記録し，床版下面の状態と合わせて総合的に調査する.

(5) コンクリート床版の調査

床版防水層の施工性や品質は，下地となるコンクリート床版上面の状態に大きく影響を受ける. 床版上面が劣化している場合や凹凸が大きい場合には補修が必要である. しかし, 床版上面の状態は交通規制を行い，舗装を撤去した後でなければ正確には把握できない. 交通規制の時間や方法は社会の経済活動に影響を与えるので，できるだけ事前に床版上面の状態の予測が必要である．床版上面の劣化の状態や劣化範囲は，床版下面のひび割れや，漏水の状況，舗装の補修跡の分布などから予測することになる．施工方法の選択に迷う

場合や，施工時間の制約が厳しい場合には，部分的に舗装を撤去しコンクリート面の状態を確かめる必要がある．コンクリート床版状態の調査項目を**表-解 6.2.5** に示す．

表-解 6.2.5　コンクリート床版の調査項目

調査項目	内容
床版下面のひび割れ，漏水	床版下面のひび割れは，コンクリートの乾燥収縮などの材料に起因して生じるもの，施工継目に生じるもの，交通荷重によって生じるものがあり，ひび割れの形状で見分けることができる．原因に応じて床版の補修方法は異なるので，床版の補修を含めて補修工事全体の計画を行う．
床版下面の白華	床版下面にひび割れがなくても，白華が出る場合がある．この場合は，床版の上面に劣化が生じており，水が床版の中に存在している場合が多いので，補修の可能性も含めて検討する必要がある．
床版上面の状態	床版上面のコンクリートの状態は，舗装や防水層を撤去しなければ正確にはわからないが，舗装の劣化の激しい箇所，床版下面にひび割れ・漏水等の変状が現れている箇所は部分的に舗装を撤去し，床版の劣化の程度を把握する．非破壊検査で上側鉄筋の腐食している範囲を求めることは可能であるので，これから補修範囲を予測することは可能である．

(6) 排水構造の確認

路面の水の処理は非常に重要である．舗装面に滞水する場合には，車輪の摩擦抵抗を低下させ事故を引き起こす可能性がある．また，舗装内に水がある場合には，舗装自体の耐久性や防水層との接着性能が著しく低下する．したがって，路面の水は速やかに排水する必要がある．雨天時の路面の観察や，排水装置の機能状況を観察し，問題なく排水ができているか調査を行い，不十分な場合には，縦横断勾配を改良することや排水装置を追加することを考慮する必要がある．特に，防水層上の舗装内の水の処理が適切にできているか調査する必要がある．排水の調査項目を**表-解 6.2.6** に示す．

表-解 6.2.6　排水の調査項目

調査項目	内容
降雨時の路面の状況	降雨時に路面の水はけの状態を観察する
排水枡の配置	水溜りが生じないような排水枡の配置となっているか
排水枡の構造	枯葉等の障害物が簡単に掃除できるような構造となっているか
舗装内の排水構造	防水層上の排水を行える構造になっているか

(7) その他

上記以外の事象が懸念される場合には，適宜判断するとよい．

6.3　要求される性能と性能照査

(1) 既設床版に対する床版防水システムの要求性能と性能照査方法は，基本的に第 3 章の新設の場合と同じである．

(2) 床版防水層を施工する既設床版面は，床版防水層の付着性能に耐えうる十分な強度を有していること，適切な平滑面を呈していること，付着を阻害するものがないこと，滞水する場所がないことが重要である．

(3) 舗装打換えの場合には交通規制時間の制約が大きい．交通規制時間は規制開始から規制解除までの合計時間であり，時間内に舗装の撤去から床版防水の施工，舗設までを実施する必要がある．

【解説】

(1) 舗装打換えの場合でも，舗装や防水層に要求される性能は新設の場合と基本的に同じである．

(2) 舗装が撤去された床版面は，防水層との必要な付着力が確保できるように十分な強度が必要である．したがって，既設床版面の脆弱部分は適切に除去し，断面修復する必要がある．

舗装は，床版を傷つけないように舗装を撤去すべきであるが，床版面の建設時の不陸のために切削によってコンクリート表面をやむを得ず傷つけてしまうこともある．切削機で削られた床版面には**図-解 6.3.1** のようなマイクロクラックが発生しており，接着強度が低下する[3)]．切削によりに発生した脆弱部や塩害・凍害により劣化した部分はブラストなどで除去すると良い．スチールショットを用いて表面処理を行うと**図-解 6.3.2** のように付着強度が回復する[3)]．また，含浸系のプライマーを用いることによっても付着強度が回復することが確認されている．

図-解 6.3.3 はタックコートの残存状態と接着強度を調べたものであるが，床版面にタックコートが残存していると付着強度が低下する[3)]ので，ブラストなどを用いて付着を阻害するものを除去するとよい．舗装合材や旧防水層なども付着を阻害するので除去する．

床版面の形状は，切削により生じた凹凸が防水層の付着性能に影響しない程度にする必要があり，さらに有害な滞水が起こらないような形状に仕上げる必要がある．

床版面の状態は，舗装の撤去方法や仕上げ精度に大きく影響する．そのため，選択した施工法を用いれば，事前に想定した表面性状となることを確認するために，事前に試験施工等を行うことが望ましい．

(3) 既設橋の舗装や防水層の打換えの場合には，交通規制を行って施工することになる．交通規制による渋滞や迂回などによって社会に経済的損失をかけることになるので，施工に必要な時間を確保したうえで，一般の交通にできるだけ影響の少ない時期や施工方法を選択する必要がある．制約時間の長さも重大な施工条件である．規制時間は，規制設置，舗装撤去，床版下地処理，防水層施工，舗装施工，規制撤去に要する時間の合計である．床版防水の材料の種類や，舗装の撤去方法，下地処理方法は工法によって施工時間が異なる，したがって，要求される品質のものが施工できる施工時間内で，適切な工法を選定するとよい．

なお，管理者は各工程が適切に施工できるよう事前協議等を十分に行い，工事に必要な交通規制時間を確保する必要がある．

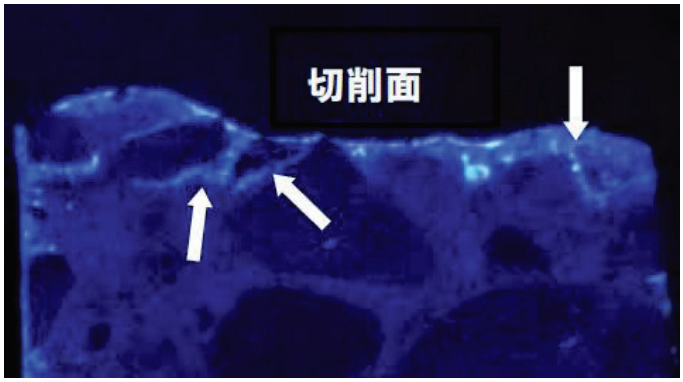


図-解 6.3.1 マイクロクラック発生状況

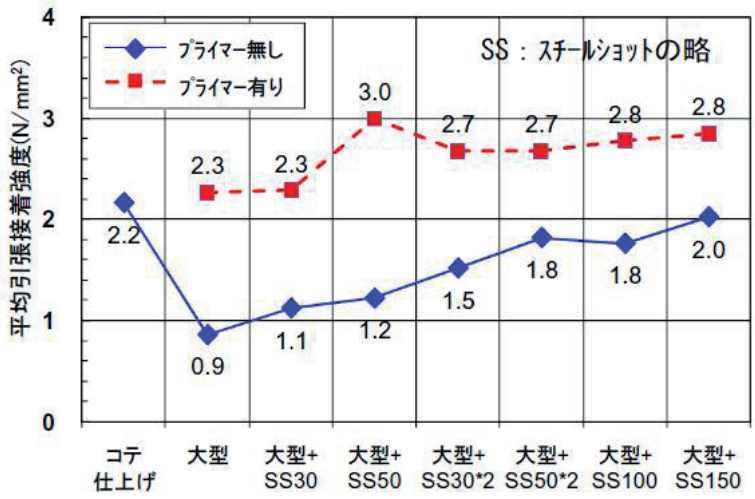


図-解 6.3.2　切削面の付着力の低下とスチールショットによる処理効果

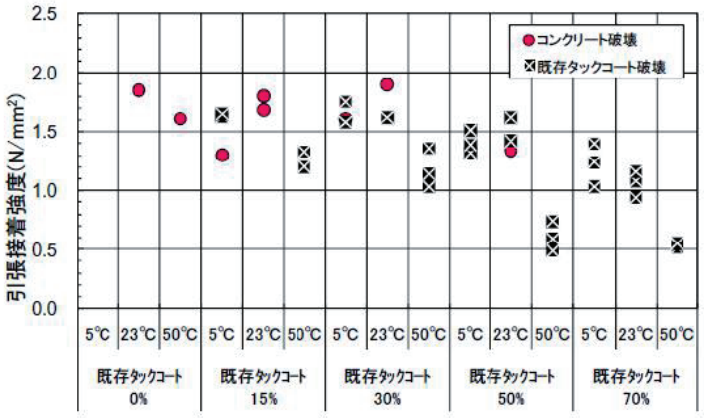


図-解 6.3.3　既存タックコートが付着強度に与える影響

6.4　既設床版の床版防水システムの設計

6.4.1　設計一般

(1)既設床版の床版防水システムの設計は，床版防水層の選定，床版防水層の設計，排水設備の設計からなる．
(2)道路橋の供用環境および施工環境等を勘案した上で，要求性能を設計し材料の選定，床版防水の設置形状の設計を行う必要がある．
(3)既設床版の排水設計に際しては，舗装の損傷状況を考慮して必要な設計を行う．

【解説】

(1) 既設床版の床版防水システムは，**第４章　床版防水システムの設計**に準じる．

(2) 既設床版の防水システムの設計は，交通規制を実施してシステムの施工行うことが多いので，施工計画を反映した設計とする．

(3) 既設床版上の舗装の劣化は，排水不良に起因する場合が多いので，舗装の損傷状態を考慮して，排水設備を追加する等の検討を行う．

6.4.2　床版防水層の設計

(1)床版防水層の選定は，**4.2　床版防水層の選定**に準じる．なお，既設橋梁の計画・設計に際しては，既設床版の健全性，施工環境や床版防水システムの施工性等を勘案した上で，適切に材料選定する必要がある．
(2)床版防水を設置するコンクリート床版上面の状態は，適切な設計を行うための重要な設計条件の一つとして明確にしておく必要がある．

【解説】

(1) 既設橋梁の床版防水システムの設計に際しては，**第４章　床版防水システムの設計**による他，下記の事項に留意するとよい．なお，床版上面増厚工法や床版取替え工法などを行う場合は，本章によらず，**第４章**によるとよい．

① 既設床版の健全性

既設床版に用いる床版防水システムの設計に際しては，既設床版の変状の状態等を勘案し，防水層の要求性能を設定する必要がある．

既設床版の変状が著しく，数年後に床版の取替えや架替えなど更新計画が立案されている場合においては，耐久性を有する床版防水材料ではなく，必要最低限の性能を有する床版防水材料を選定することがLCCの観点より有利となる．なお，床版の変状が著しいにも係わらず更新計画等が明確でない場合については，床版の変状状態を把握した上で，補修・更新等の措置方針を明確にしておく必要がある．

床版コンクリートに変状が見られず健全であると判断される場合については，床版コンクリートの使用材料を事前に把握し，床版防水の要求性能の設計の一助とすることも有効である．例えば，床版コンクリートにアルカリ骨材反応の反応性骨材が使用されている場合や，除塩が不十分な材料が使用されている場合などで，現況では変状が進展していない床版では今後のライフサイクルを考慮すると早急な予防保全が有効であることから，耐久性を有する床版防水材料を選択し，水などの劣化因子の浸入を長期にわたり防止することが有効である．

② 床版防水層の施工上の制約

床版防水層の施工に際しては，交通規制により施工時間が制約されるなどの施工制約を受ける場合がある．このことから，既設橋梁の床版防水システムの設計に際しては，あらかじめ舗装の切削・除去，床版上面の補修や下地処理，防水層の養生・施工，排水設備，舗装等，床版防水システムの施工に要す

る作業時間を加味した施工計画（数日間の連続規制計画等）を立案し検討する必要がある．なお，施工制約を受ける場合には，制約条件に応じた材料を選定する必要がある．ただし，床版防水は予防保全を目的として実施することから，使用環境等を考慮した上で選定した要求性能を安易に変更することはＬCC等の観点より好ましくない．よって，発注者は設計段階より関連機関等と協議を行うなど，施工制約を回避するよう努力する必要がある．

例えば，重交通路線で通常の規制時間では床版防水の施工ができない場合，発注者は関連する交通管理者と事前に協議した上で，昼夜間連続の交通規制や，場合によっては通行止め規制などを行い，床版防水の施工に必要な規制時間（施工時間）を確保することなどがある．

管理者は，橋梁の使用環境や施工環境，維持管理環境に応じた要求性能を設定し，あらかじめ性能が明確化された材料の中から防水材料を選定する．なお，一般的な供用条件の橋梁の床版防水層に要求される性能は，**第4章4.2節**に示したカテゴリー１～カテゴリー５の中から設定してよい．カテゴリーの設定は，**図-解 6.4.1**を参考にするとよい．

(2) 舗装撤去後のコンクリート床版上面は，残存タックコートの付着や舗装切削の影響による不陸やマイクロクラックの発生などが懸念され，これらの影響により防水層の各性能が低下する場合があることも報告されている．したがって，床版防水を設置するコンクリート床版上面の状態は，適切な設計を行うための重要な設計条件の一つとして明確にしておく必要がある．

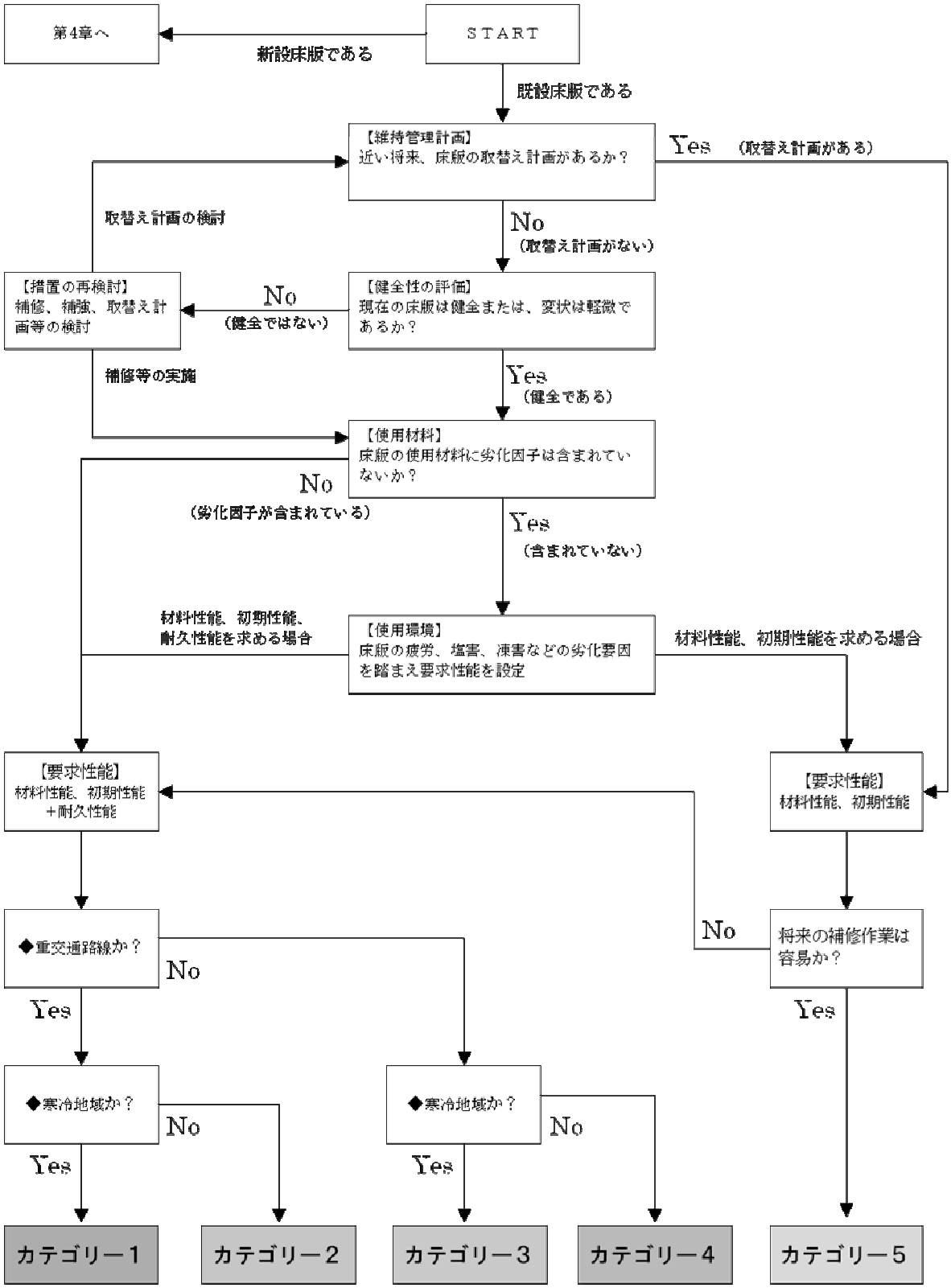


図-解 6.4.1　既設床版の床版防水層のカテゴリー選定フロー

6.4.3　細部の設計

(1) 床版防水層の設置や取替えを伴う舗装全層打換の施工範囲は，橋梁の伸縮装置から隣接する伸縮装置までを最小単位として施工するとよい．

(2) 地覆部や排水枡周辺および伸縮装置部などの端部処理がおろそかにならないように，詳細図を作成することが望ましい．

(3) 既存の排水システムを再検討し，不足していれば排水孔などを追加する．

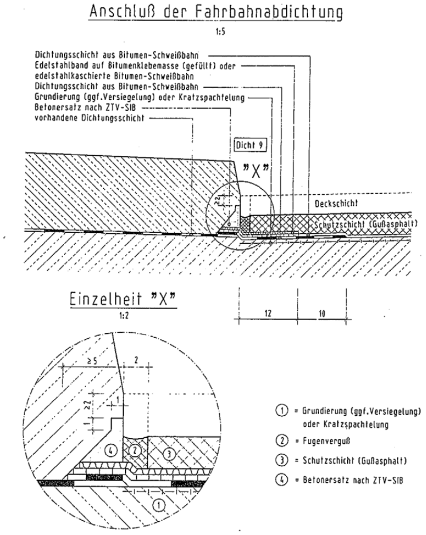
(4) 防水層上の舗装の種類は，通常の舗装としての性能に加えて，防水層との接着性能が高く，施工性の良いものを選定する．特に，ポーラスな表層を用いる場合の基層には耐水性の高い混合物にするとよい．

【解説】

(1) 床版防水層の接続部は品質が低下する可能性があることから，防水層の設置や取替えを伴う舗装の全層打換えの場合には，橋梁の伸縮装置から隣接する伸縮装置までとするのがよい．

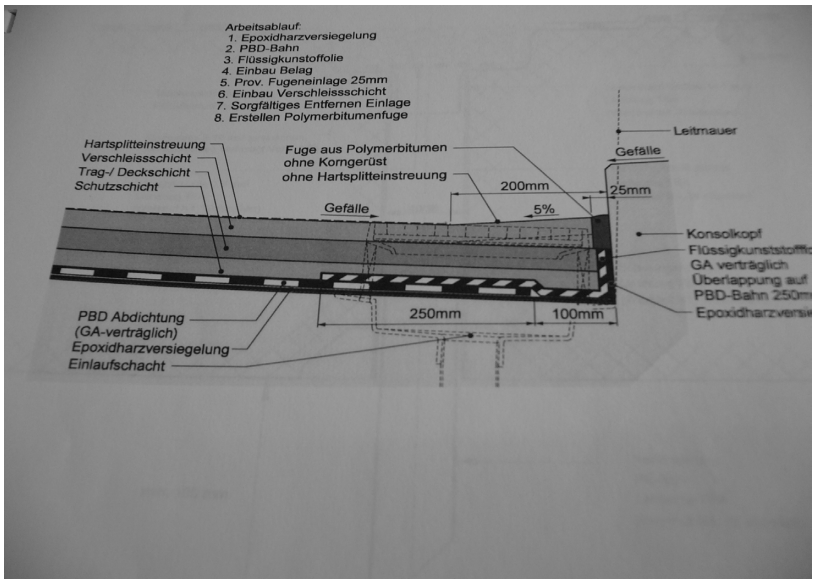
(2) 地覆部や伸縮装置部などでは，防水層の端部となる箇所の処理は複雑であり，問題が起こりやすい箇所である．これまで，端部処理については設計図書に明確に記載されているものは少なく，防水工の弱点であった．端部処理の方法は，事前に性能が確認された構造を用いることとし，その施工手順および詳細を示した詳細図を作成するのがよい．**図-解 6.4.1～図-解 6.4.4** にドイツ，スイス，高速道路会社の端部詳細構造の例を示す．

防水システム（タイプ1、補修）端部処理標準図



ドイツの標準的なシート防水層の端部処理は，シートを地覆の下に挿入するというものである．補修の場合には，既に地覆が施工されているため，地覆の前面をはつり取って地覆の中に挿入することが標準化されている．

図-解 6.4.2　ドイツ補修の場合の端部処理例[4)]



これはスイスの橋梁保全工事の端部詳細図の写真である．
一般部の床版防水層はシートであるが，端部はウレタン塗膜を重ねている．また，舗装の横断勾配は端部が水道にならないように，逆勾配となっている．

図-解 6.4.3　スイスの場合の端部処理例[4)]

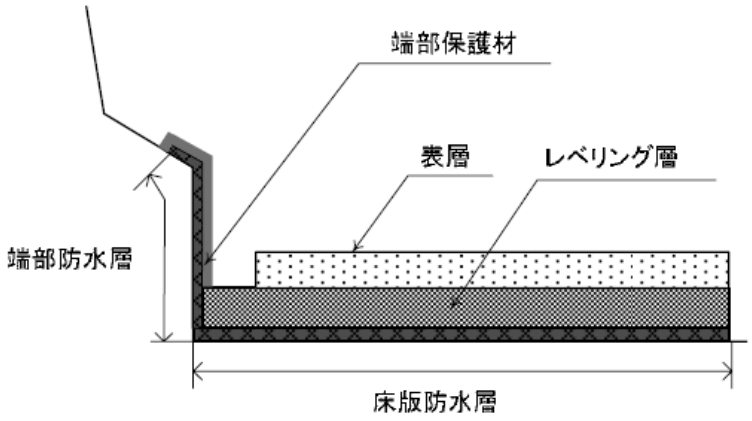


図-解 6.4.4　高速道路会社の防水層端部詳細の例[5)]

(3) 橋面上の雨水はできるだけ速やかに排除する必要がある．舗装の上に水があれば舗装とタイヤとの摩擦力を低下させて交通事故の原因となる．舗装の中に水があれば，舗装の合材間の接着や舗装と防水層の接着を弱めてポットホールの原因となる（**図 - 解 6.4.5 参照**）．さらに，床版と防水層の間に水があると防水層の剥離の原因となり，ポットホールの原因となる．ポットホールが発生した原因が滞水によるものであることが明確な場合は，滞水箇所に床版排水孔を設置することも検討するとよい．床版排水孔の設置例を**図 - 解 6.4.6** に示す．

このように，路面，防水層面，床面に適切に排水設備を配置し水による劣化を助長しない工夫が必要である．

図－解 6.4.5　排水不良により発生したポットホール

図－解 6.4.6　イギリスの床版排水孔の設置例[4)]

(4) 防水層と舗装の間の接着力は防水層との相性があるので，事前に確認されたもの以外の組合せを用いることは避ける必要がある．また，防水層と舗装の間の接着力の耐久性は舗装の空隙率によって左右される．一般に，耐久性の良い舗装とは４％以下の空隙率と言われている．防水層と舗装の接着および防水性能には舗設時の温度が大きく影響しており，防水層で設定された範囲内の温度で施工する必要がある．特に，中温化材を用いた中温化舗装の場合は舗設温度が低いため注意を要する．表層にポーラスアスファルト混合物を用いる場合は，雨水が舗装内に浸透するため，特に基層の耐水性に留意する．そのため，必要に応じて，基層用混合物に改質アスファルトなどの耐水性に優れたバインダの使用や，砕石マスチックアスファルト混合物などの適用を検討する．

6.5　施工

6.5.1　施工一般

舗装全層を打換える場合の床版防水システムの施工は，**5.1　施工一般**および次の留意点を考慮して行う．

(1) 施工計画書は，床版防水層の製造業者が発行している施工要領書に準じるとともに，現場ごとに制約条件等が異なるため，所定の性能を確保できるよう適切に計画する．

(2) 舗装切削，防水工，舗装工の施工業者が異なる場合は十分な協議を行い，責任範囲を明確にする．

(3) 床版補修，防水層および舗装の専門知識を有する技術者を現場に配置する．

【解説】

(1) 舗装全層打換えの場合も，防水工に施工に留意すべき事項は新設の場合と同じである．この場合には，床版上面の状態や健全性等が既設の状況と異なるので，現場ごとに設計・施工方法をよく検討する．

新設の場合には理想的な施工環境で施工することが可能であるが，舗装全層打換えの場合には，現場ごとに施工条件が異なり，過酷な条件下で施工せざるを得ない場合もある．そのような条件でも，要求される性能を満たす防水層，舗装の施工を行う必要がある．それを可能にするためには，事前の十分な調査に基づく施工計画書の作成が重要である．施工計画書は，いつでも参照できるように現場に配備し，施工は施工計画書に基づき着実に実行する必要がある．

(2) 舗装全層打換えの場合には，舗装撤去，床版面の下地処理，防水層の設置，舗設と様々な作業があるが，一般的にはそれぞれの作業は専門業者が行うことが多い．防水層・舗装の要求性能を確保するためには，他の作業のそれぞれの仕上がり状態が性能を左右するため，事前にどのような状態で引き継ぐかを業者間で確認しておき，手戻りが生じないように協議しておく必要がある．

(3) 十分な調査を行い，施工を行うことが原則であるが，床版面の状態は舗装を撤去してからでないと詳細にはわからない．したがって，事前の計画を修正しながら施工を行わなければならない事態も十分に想定できる．そのために，床版補修，防水層および舗装の専門知識を有する技術者が施工に立ち会う必要がある．専門知識を有する技術者の例としては，3 年程度以上の同種の業務の経験を持つ技術者，あるいは専門の講習を受講した技術者が考えられる．

6.5.2 施工計画

舗装全層打換え時の床版防水システムの施工は，交通規制された状態での施工となり，規制開始から舗装の撤去，防水層の施工，舗装の施工，規制解除まで一連の作業である．したがって，関係者間の十分な情報共有と役割分担を行い，効率的に進めるために施工計画書を作成する必要がある．

【解説】

交通規制された限られた時間内で舗装および防水層の施工を適切に行うためには，綿密に検討された施工計画書を作成することが重要である．施工計画書には次のような事項を記載する．

(1) 基本条件

基本条件とは，仕様書，工期，工事場所，工事数量，材料・工法など，施工を実施する場合の基本的な内容を示すものである．

(2) 施工条件および制約条件

通常，舗装全層打換えの場合は，新設のような条件で実施することは困難である．個々の現場で施工できる条件や制約される条件（施工時間など）が異なるのが一般的である．事前調査で確認した条件を施工計画書に盛り込む必要がある．特に，交通規制については，安全に十分配慮した計画を行う必要がある．

また，悪天候時の対策を明確にしておく必要がある．降雨，低温，高温等の劣悪な気象条件により床版防水工の施工が阻害される場合には，防水工を中止し，改めて施工する必要がある．

(3) 施工機械の選定

使用する機械の選定に際しては，騒音，振動，実施する時間帯，要求される性能水準を考慮して，選定しなければならない．また，施工時間などの制約条件がある場合には，施工機械の施工速度を考慮して選定する．**[付録 7]**に舗装撤去・表面処理機械の例を示す．

なお，防水材料は，新しいものが開発されているので，常に情報収集し整理しておくことが重要である．

(4) 床版面の下地処理方法

床版面の状態は防水層の性能に大きな影響を及ぼす．そのため，床版防水層の施工に適した床版にするために下地処理が行われる．既設橋の床版の下地の状態は，舗装を撤去した状態で初めて明らかになる．その状態は事前調査で予想した範囲であれば問題がないが，予想を超えた場合には下地処理が十分にできない状態で防水層の施工が行われ，期待した性能が発揮できないものを施工してしまう可能性がある．したがって，床面の状態を予測し，その下地処理に要する時間を正確に見積もれるように，十分な調査と検討が必要である．また，予想を超える劣化状態に対応できるように，補修方法についても事前に考慮して資材の準備をしておくことが望ましい．

(5) 既設の防水層との接続方法

施工要領書に準拠して施工することを基本とする．

ただし，既設の防水層との付着不良，カットバック等の施工不良箇所が生じる恐れがある場合には，既設の防水層を完全に撤去する必要がある．特に縁石部のように，異種の防水層が重なり合う場合には，その付着性の確保を事前に確認しておく必要がある．

(6) 既設の舗装との接続方法

補修工事においては，車線ごとの施工を行うことがある．この場合は，施工済み車線と隣接する車線の防水層の連続性を確保することが重要となる．舗装に打継ぎ目ができる場合，防水層の継ぎ目と同じ位置にならないようにする必要がある．

(7) 工程表

工程表は，限られた時間内に工事を完成させるために，各工種の工程ならびに全工程が計画されたものである必要がある．［付録 8］に舗装を全層撤去して防水層を設置した工事工程の事例を示す．

(8) 施工時の不具合の補修方法

施工要領書に準拠して補修することが基本である．アスファルト混合物の舗設時にブリスタリング等の変状が生じた場合には，アスファルト混合物の舗設を直ちに中止し，今後の対応を発注者と協議するとよい．

(9) 作業員の教育

試験施工を行う場合は，実際に作業するする人を参加させ，工法の理解，施工手順の確認をさせるとよい．床版防水層の製造業者が社内で試験施工等を実施する場合は，使用する防水材の特性を熟知するため，施工管理者，作業員の訓練，練習を繰り返し実施することが望ましい．

(10) 施工管理法の計画

限られた時間内で，適切な管理を実施するために施工管理の時間を短縮する方法なども検討することが望ましい．施工管理の時間短縮としてプロセスチェックによる管理手法などもある．

(11) その他

現場特有の条件があれば考慮する．

6.5.3 各部の施工

(1) 交通規制

舗装や床版防水層打換え工事のための交通規制は，品質を確保するために必要な施工時間を確保することを前提とし，かつ道路利用者に与える影響を抑えられるように配慮する．

【解説】

舗装や防水層の打換え工事の場合には，必ず交通規制を伴う．交通規制は，渋滞を招くなど経済活動に影響を与えるため，影響を最小にする努力をする必要があることは当然であるが，渋滞を発生させない時間のみで施工時間が制約された場合には，工事に必要な時間を確保できない場合がある．このように工事の品質が確保できないような施工条件で施工した場合には，床版や舗装の性能を向上させるどころか大きく性能を低下させてしまい，社会に大きな損害を与えることになる．したがって，総合的に社会に有益となるような計画とする必要がある．

交通規制時間の設定は，季節，曜日，時間帯を考慮し適切に行う．

舗装や防水層の打換え工事の必要性やそれを行うための交通規制の妥当性は，道路を通行している一般の人には理解が得られにくいため，十分な広報を行わずに渋滞させるような規制を行った場合には，反発を受けることがある．補修工事の必要性を一般の人に十分理解してもらえる努力を惜しんではならない．交通量10万台/日の道路で十分広報を行って実施された床版取替工事の例を[付録9]に示す．

(2) 舗装撤去

舗装の撤去は，事前に行われた舗装厚の調査結果に基づいて行い，床版への影響を最小限に抑えるように留意する．

【解説】

コンクリート床版上の舗装や既存の床版防水層は，コンクリート床版面を傷つけないように撤去することが基本である．一般的な舗装の撤去方法は**図-解 6.5.1** のとおりである．

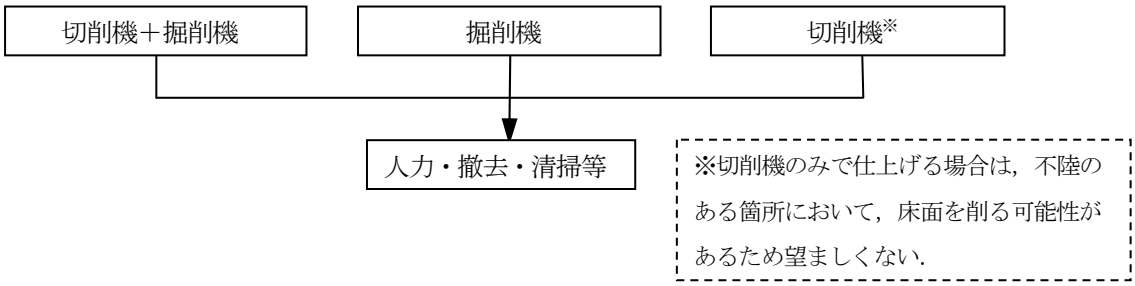


図-解 6.5.1　舗装撤去方法

舗装撤去に関しての留意点を次に示す．

① 撤去作業中に排水桝や伸縮装置にゴミや廃材などが入らないように事前に処理をしておく．

② 要求性能に対応できる施工法を選定し，施工計画どおりに実施する．

③ 舗装撤去の水準を明確にし，使用する切削機械を適切に選定する．

④ 上面増厚工法を実施する場合には，上面増厚工法設計施工マニュアル[6)] 等を参考にして撤去基準を定める．

⑤ 舗装の撤去については，切削機（**図-解 6.5.2**）や掘削機（バックホウ）（**図-解 6.5.3**）等を用いて行うが，極力，既設床版面を削らないように配慮する必要がある．機械による撤去においては，既設舗装であるアスファルト混合物が点在して残る場合がある．施工計画の立案段階で，付着したアスファルト混合物や既存の防水層を除去する方法や所要時間などを十分に検討する必要がある．

〔切削機〕

幅員に応じて大型切削機，小型切削機などがあり，切削能力は切削幅 0.5～2.0m，切削深さは 10～30cm 程度まで可能．舗装厚さが 10cm 以上など比較的厚い場合に適用する．

図-解 6.5.2　〔切削機＋小型切削機〕による切削

〔掘削機（バックホウ）〕

バックホウのバケット容量は，平積 0.2～1.0 ㎥またはそれ以上のものがあるが，一般に，0.35～0.5 ㎥程度のものを用いている．

図-解 6.5.3　バックホウによる剥ぎ取り

なお，切削機と掘削機とを併用する場合，コンクリート床版を極力削らないようにするため，不陸箇所は 10~20mm 程度を残して切削機により切削し，残った部分を掘削機により撤去する．併用する場合の舗装撤去のイメージを**図-解 6.5.4** に示す．

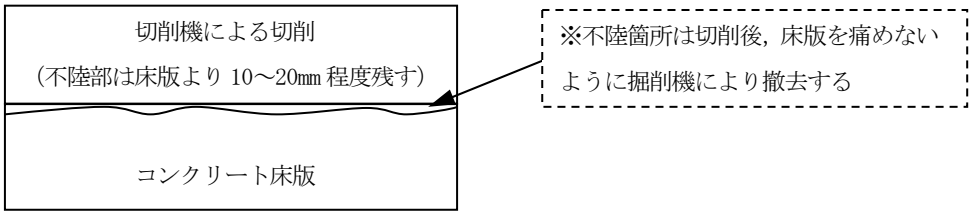


図-解 6.5.4　切削機と掘削機併用時の舗装撤去イメージ

⑥ 床版をなるべく傷めず，薄層に残存するアスファルト合材を確実に除去するために，ファインミリング（**図-解 6.5.5**）などの特殊な切削機を用いることもある．

図-解 6.5.5　ファインミリングによる切削

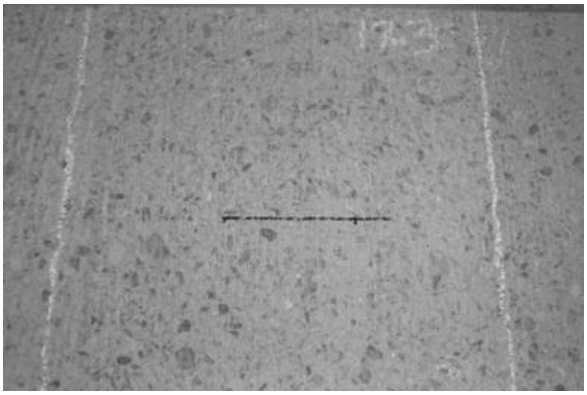


図-解 6.5.6　平滑な切削面

〔ファインミリング切削機〕

ファインミリングドラムを用いた切削機であり，通常の切削ドラムのビット間隔が 15㎜ に対し，4～6㎜ 間隔に配置している．狭いビット間隔により，切削時の衝撃による騒音・振動を抑え，切削表面はきめ細かい仕上りとなる．切削能力は，切削幅 0.35，0.5，2.0m があり，切削深さは 1～2㎜ 程度で切削の表面が平滑になるため（図-解 6.5.6），通常の切削機による切削後の微調整や防水層を傷めないようにするために用いる場合がある．

⑦ 局部的に付着したアスファルト混合物や既存の防水層が残っている箇所を撤去する場合には，簡易切削機として床版剥離機（**図-解 6.5.7**），または人力（**図-解 6.5.8**）により撤去を行い，出来るだけ床版を傷めないように配慮する．人力施工においては，ブレーカや電動ピックなどにより撤去処理を行う．

図-解 6.5.7　床面剥離機による薄層剥ぎ取り

図-解 6.5.8　ブレーカ（人力）による残舗装材の撤去

⑧ 伸縮装置付近の既設舗装の撤去作業は，ブレーカによるはつりになることから，既設床版に深い凹部を作らないよう十分に注意する必要がある．

⑨ 既設床版には，調整コンクリートが施工されている場合があるため，事前調査ではつり範囲を広く取るなどして対策を検討しておく必要がある．

⑩ 舗装撤去後，点検ハンマなどによる打音検査および目視などにより，コンクリート床版面の浮き，平坦性および表面の凹凸などの確認を行う．

(3) 下地処理

コンクリート床版面は，防水層に要求される接着性能を満たすように適切な処理を行う．また，供用後の耐久性確保のため，床版の不陸調整および脆弱部分は撤去し補修する．

【解説】

コンクリート床版面の粗さは床版防水層の施工性に影響するだけでなく，接着強度にも影響する．したがって，極度に粗い場合は，床版および床版防水層と十分接着する樹脂モルタルなどで平滑にする．コンクリート床版面の粗さ測定には，サンドパッチング法やCTメータで平均表面粗さを求める方法と谷と山の深さを求める方法などがある．

なお，望ましいコンクリート床版面の状態は，国内では規格化されていないのが現状である．ここでは，海外の規格を参考のために紹介する．

〔コンクリート床版面の粗さ規格〕

・ドイツ　：平均表面粗さ　1.5㎜未満
・スイス　：平均表面粗さ　1.2㎜未満
・イギリス：谷と山の深さ　3.0㎜未満

図-解 6.5.9　プライマー，旧防水層などが残った状況

舗装撤去後のコンクリート床版面にはプライマーや旧防水層が部分的に残存している場合がある（**図-解 6.5.9**）．これを新しい防水層の接着性能を阻害しない程度まで下地処理により除去する必要がある．コンクリート床版面の下地処理についての留意点を示す．

① 要求性能に対応できる施工法を選定し，施工計画どおりに施工を実施し要求性能を満たしていることを確認する．

② 舗装撤去後に，スチールショット（**図-解 6.5.10**）またはウォータージェットにより，残存防水層や床版脆弱面の除去を行い，新規防水層との付着力を高めることも有効である．スチールショットによる除去条件は，東・中・西日本高速道路株式会社の例として，投射密度 50kg／㎡で 1～2 回程度の走行がひとつの目安である．ただし，過度の投射を行うと床版のきめが粗くなり接着強度が低下する場合があるので，投射した表面状況を観察しながら条件を調整する．

図-解 6.5.10　スチールショットによる残存防水層，床版脆弱面の除去

③ 防水層が面的に接着できるように，突起，段差，豆板，汚れ，異物が残らないように注意する．

④ コンクリート床版面の補修は，劣化原因を考慮した補修方法により補修する．補修の工法については，

「道路橋床版の維持管理マニュアル」[1)] を参考にすると良い.

⑤ 積雪寒冷地など凍害や塩害によって脆弱化したコンクリート床版が残存している場合には，事前調査により補修工法を検討する.

⑥ 舗装を撤去して初めて床版の損傷が判明し，床版コンクリートの打換えが必要となる場合がある．ポットホールなど舗装の変状が頻繁に生じている橋梁は,特に十分な事前調査に基づく適切な計画が必要であり，打換えに際して超速硬コンクリートなどの準備をしておく必要がある.

⑦ 調整コンクリートと床版との付着は，点検ハンマなどで打音検査を行う．不良箇所ははつり取り，補修用モルタルなどで補修する．このとき，深さ 30mm 以上の場合は，コンクリート床版との一体化に配慮し，収縮率が低いポリマーセメント系の材料で補修する．また，10mm 以下の薄層で補修する場合は，車両走行による繰り返し荷重に耐えられる材料を使用する．その際，補修材料と各防水工との接着性を確認したうえで使用する.

⑧ 切削後の段差が大きい箇所（**図-解 6.5.11**）には，コンクリート系の補修材（超速硬型無収縮モルタル等）により擦り付けを行い，ブレーカ跡（**図-解 6.5.12**）などのくぼみのある箇所等については，耐久性のある樹脂モルタルにより穴埋めを行い，上層への影響を防ぐように配慮する.

図-解 6.5.11　切削後の段差

図-解 6.5.12　人力はつりにおけるブレーカ跡

⑨ コンクリート床版の脆弱化した箇所は撤去して補修する必要がある．補修の一例として，脆弱部を撤去した後，はつり面にエポキシ系接着剤等を塗布し，超速硬コンクリートまたは超速硬セメントモルタル等により床版面まで仕上げる方法がある（**図-解 6.5.13，解-6.5.14**）.

図-解 6.5.13　脆弱部の撤去

図-解 6.5.14　接着剤塗布後，超速硬ｺﾝｸﾘｰﾄ打設

⑩ 床版増厚のようにコンクリート系材料で補修する場合は，表面の皮膜養生材やコンクリート中の水分，さらに養生時間等について事前に十分検討を行う必要がある.

⑪ コンクリート床版面の補修を完全に終了した後，防水層の下地処理を行う.

(4) 排水

排水計画を十分に把握し，施工前に現場条件の確認を行ったうえで施工計画を立案し，排水設備の設置には施工条件に十分留意して行う．

【解説】

排水設備の施工前の確認および施工時の留意点については，**「5.4.2 排水」**を参照のこと．

なお，勾配変更点など水溜りができる箇所については，発注者と協議を行い，ステンレスパイプ（例としてφ13mm）等の水抜き排水管を設置する．設置においては，図面で確認またはコンクリート床版の鉄筋探査を行い，鉄筋の無いところを削孔するようにする．また，コンクリート床版下面の流末処理については，排水施設に接続するなどの配慮を行う．

なお，流末処理において雨水などが円滑に流れるようにしておかないと，補修後に水が滞水することで上流側の舗装表面に水溜りなどができ（**図-解 6.5.15**），舗装が破損に至る可能性が生じる．そのため，流末処理においては速やかに水が流れるように留意することが重要である．

図-解 6.5.15　水抜き排水管上流側における滞水状況〔英国交通研究所報告より〕

(5) 防水層の施工

防水層の施工は，新設の場合に準じて行うが，交通規制などの施工条件や床版面の状況など新設と異なる部分がある．このような制約条件を考慮した施工計画書を参照し，確実な施工を行う必要がある．

【解説】

(1) 防水層の施工

第５章の内容を参照する．

(2) 舗装全層打換え時の各種防水材料の施工上の留意点

一般的な補修工事における留意点は次のとおりである．これは，いずれの防水材料にも当てはまる事項と言える．

① 施工計画書を参照し，施工管理を確実に行う．

② 舗装を切削した面に砂・ほこり・油脂等が床版に残らないように床版上面は十分に清掃する

③ 下地が湿潤状態になっている箇所は，ガスバーナ等で乾燥させる．

④ プライマー塗布時は，舗装除去に伴って生じた凹凸などに塗り溜まりができることがあるので，ローラー刷毛などを使い，適切に伸ばしムラのないように塗布する．

⑤ 舗装および防水層の施工も時間が制限された状態で施工することになるが，養生時間は確実に確保する．

⑥ 施工が煩雑で防水層の弱点である施工継目や端部防水は，施工計画書をもとに確実な施工を行う．

(6) 舗装の施工

(1) 地域，気象条件，交通量条件等に応じ，水密性に配慮した適切なアスファルト混合物を使用する．
(2) 施工前に仕上り高さ，実施工程等について事前に確認を行う．
(3) 防水層の上に施す舗装は，各防水層の指定する条件を考慮して施工する．
(4) 寒冷期（外気温 5℃以下）において舗設する場合には，特に防水層との付着性の確保および所定の締固め度が得られるように注意して施工を行う．
(5) アスファルト舗装と既設構造物との界面については，防水性を考慮した目地の設置を行う．

【解説】

(1) アスファルト混合物の種類

アスファルト混合物の種類については，5.4.5(1)を参照のこと．なお，限られた時間内での施工となるため，養生時間の短縮や交通解放後に不具合の無いように，事前に材料の選定や仕上げ方法について検討を行うことが重要となる．

(2) 施工前の確認

舗装施工前の留意点については，5.4.5(2)を参照のこと．

なお，舗装打換え時においては，特に次の点に留意する．

① コンクリート床版上にて補修を行う場合は，新設と同様の留意点にて施工を行うが，施工時間が限られているため，事前に入念なタイムスケジュールの検討を行う必要がある．

② 橋梁部分は，両側の余裕が一般に小さく，交通止めとなる際には近くに迂回路のない場合が多いので，適切な交通対策をとるように配慮する．

(3) 舗装施工時の留意点

舗装施工時の留意点については，5.4.5(3)を参照のこと．

なお，舗装打ち換え時においては，特に次の点に留意する．

規制された状況での施工となるため，施工機械の行動の制限により，防水層に不利な力が加わるような機械の移動方法とならざるを得ない場合には，合板などで防水層を防護する．

(4) 寒冷期施工の留意点

5.4.5(4)を参照のこと．

(5) 目地の設置

5.4.5(5)を参照のこと．

既設床版の全層打換えの施工フローの例を**図-解 6.5.16** に示す.

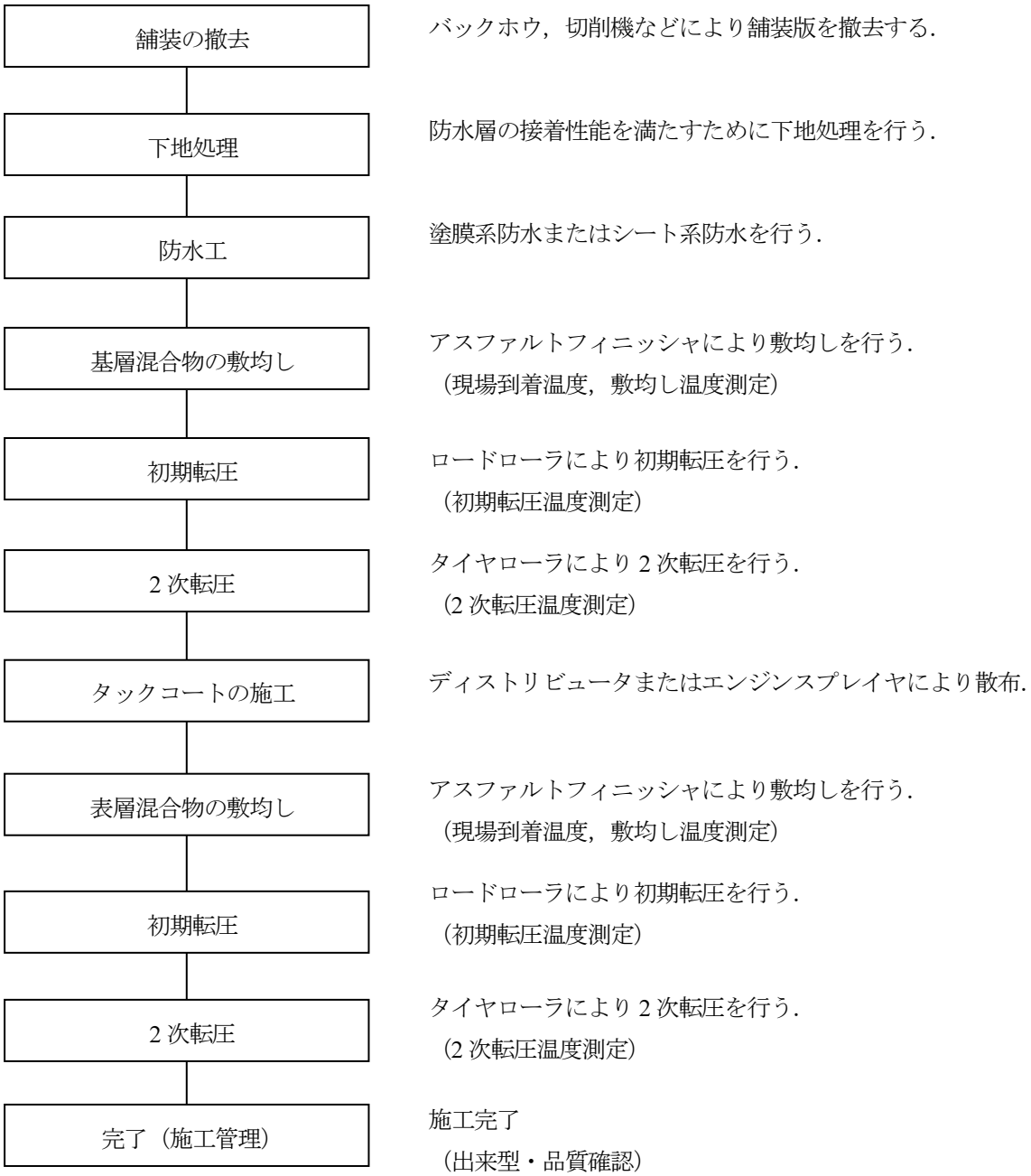


図-解 6.5.16　既設床版の全層打換えの施工フロー

6.5.4 施工管理

(1) 防水層および舗装の打換え工事の施工では，良好な出来形・品質を得るために十分な施工管理を行う．そのためには，施工管理の資料を事前に準備しておき，出来形・品質をチェックすることにより，常に良好な施工状態を確保する．
(2) 床版防水層の施工管理は，仕様書や設計図書に定められた要求性能を満足するために，施工の各段階で行う．施工管理は，あらかじめ作成されたチェックシートを利用して行う．
(3) 舗装の施工管理は，原則的に「舗装施工便覧」[7] に基づき行う．

【解説】

全層打換えの場合であっても，防水層としての性能を実物で確認することが原則であるが，時間が制限されている中で実物での性能確認は困難な場合が多い．そこで，事前に凹凸の程度，タックコートの残存程度などを実物あるいは模擬床版などで状況を把握しておき，管理基準値を定めておくとよい，

施工者はその完成物が設計基準を満たすように施工管理（工程管理，出来形管理，品質管理，写真管理）を行い，状況に応じて発注者の立会いを受け，結果を発注者に報告する．

(1) 施工管理の留意点

施工管理の留意点については，**5.5 施工管理(1)** を参照のこと．

なお，既設床版の防水システムの施工においては，限られた時間，限られた施工区域の中で，所定の品質を確保する必要があるため，施工プロセスを的確に管理することで，出来形および品質のチェックを行うこともある．

(2) 床版防水層の施工管理

床版防水層の施工管理は，あらかじめ作成されたチェックシート等を利用して行う．現場における施工管理の主な確認項目を示す．

① 防水層の性能が確保できる床版状態の確認
② 防水層としての均一性の確認（重ね幅，ピンホール，膜厚，端部の状況）

防水層の施工管理項目と施工方法，頻度および管理基準の例を**表-解 6.5.1** に示す．

(3) 舗装の施工管理

舗装の施工管理は，所定の幅員および高さに仕上げるように配慮するとともに，管理温度に留意し，所定の締固め密度が得られるように行う．また，基層施工時には防水層が傷付いていないか確認することも重要である．現場における施工管理の主な確認項目を示す．

① アスファルト混合物の温度の確認．
② 床版・防水層・舗装，相互の一体性の確認．

舗装における出来形管理項目の例は，**表-解 5.5.2** を，施工時の日々の管理記録表の例は，**表-解 5.5.3** を参照のこと．

表-解 6.5.1　施工管理項目と管理方法，頻度および管理基準の例（ウレタン防水工法の施工要領書より）

種別	大項目	小項目	方法	頻度	基準値
下地処理工	清掃	切削カス	目視	全面	無いこと
		油分残り	目視	全面	無いこと
		泥，塵残り	目視	全面	無いこと
床版接着材工	下地確認	下地水分率	目視，水分計	施工前	10%以下
		下地温度	表面温度計	施工前	0～60℃
		環境温湿度	温湿度計	施工前	0℃以上，85%以下
	材料計量	配合比	正確な秤を使用 目視	作業中	設計値
	混合	混合程度	規定の攪拌機を使用 攪拌時間	作業中	所定時間以上
	塗布	塗布量	施工面積の塗布量確認	施工後	設計値以上
		塗り残し	目視	全面	無いこと
		セメント浮き	目視	全面	無いこと
	小分け作業	セメント沈降	目視	作業中	無いこと
	乾燥・養生	乾燥具合	目視，指触	全面	指触で指につかないこと 白化の無いこと
防水材工	施工間隔	床版接着材塗布後の保持時間	計測，記録	作業前	所定期間以内
	下地確認	残存水分	目視	全面	乾燥していること
		ゴミ，異物	目視	全面	無いこと
	吹付け機	原料温度	機械表示	施工中	設定値±10℃
		圧力	機械表示	施工中	設定値±10%
		塗布量	施工面積あたりの塗布量管理	施工中	規定値以上
	塗布	膜厚	針入式膜厚計	500m^{2}に3箇所	規定値以上
		ピンホール	目視	施工中	無いこと
		膨れ，傷	目視	施工中	無いこと
舗装接着材工	下地確認	残存水分	目視	全面	乾燥していること
	吹付け機	配合比	施工１列毎に原料缶液面高さ確認	施工中	設定値
	塗布	塗布量	施工面積あたりの塗布量確認	施工中	規定値以上
		塗り残し	目視	全面	無いこと
	貼り付け	隙間	目視	全面	規定値以下
端部保護材工	下地確認	残存水分	目視	全面	乾燥していること
		ゴミ，異物	目視	全面	無いこと
	塗布	塗布量	施工面積あたりの塗布量管理	施工中	規定値以上
舗装工	基層・表層	概観	目視	随時	問題無いこと
		温度	温度計	随時	規定値以上
		粒度	印字記録または抽出・ふるい分け試験	1回/日	規定値以内
		アスファルト量	印字記録または抽出・ふるい分け試験	1回/日	規定値以内
		締固め度			

6.5.5 検　査

検査では，床版防水システムとしての性能を満足するために，以下のことを確認する．
(1) 床版性状の検査（凹凸，粗さ，段差）
(2) 防水層としての均一性の検査（重ね幅，ピンホールテスト，膜厚，端部の状況）
(3) 床版・防水層・舗装総合の一体性の検査（接着強さ，せん断強さ，ブリスタリング）
(4) 施工プロセスチェックによる検査
(5) 舗装の検査
(6) 検査不合格の場合の処理

【解説】

防水層としての性能は，室内試験による試験成績とともに，施工の各段階における状況や出来型を検査することによって，床版防水が所定の要求性能を満足することを確認する必要がある．

一方，全層打換えの現場では，時間制約が厳しく，防水層施工時の性能を確認することが困難な場合がある．このような場合には，事前に，小規模な試験施工等により施工過程を確認し，その方法であれば品質が確保できることを示し，実施工では試験施工の施工過程が確実に行われていることを確認することを基本とする．なお，全層打換えの現場で特有な確認項目がある場合には，発注者と協議の上，試験施工の条件や検査項目を定めるとよい．

検査にあたっては，検査員または発注者側の施工管理者が立会して実施しなければならない．

検査員は，試料採取，測定，試験，その他工法に関する幅広い知識を有す熟練技術者が望ましい．

(1) 床版性状の検査（凹凸，粗さ，段差）

特記仕様書に定メータ条件,性能を有すことを確認することを基本とする.確認手法としては**表-解 6.5.2** を参考にするとよい.

表-解 6.5.2　床版性状の検査項目と確認手法例

検査項目	確認手法	頻度	評価基準例
床版の凹凸	目視, 定規	全面 300m^2 を超えない範囲で 3 カ所／日	2m定規で 15mm 以下[注1)]
床版の粗さ[注2)]	ＣＴメータ[注3)] サンドパッチング[注4)] 型取りゲージ[注5)]	300m^2 を超えない範囲で 3 カ所／日	CT メータ　　1 mm 以下 サンドパッチング　1 mm 以下 型取りゲージ　3mm 以下であること[注6)]
ひび割れ	目視	全面	ひび割れがないこと ひび割れがある場合には，ひび割れが適切に補修されていること
床版の段差[注6)]	目視	全面	施工要領書に示す許容範囲内であること
床版コンクリートの脆弱性[注7)]	プライマー塗布後の建研式引張試験 たたき点検	300m^2 を超えない範囲で 3 カ所／日 全面	プライマーとコンクリートとの接着強度が 1.2N/mm^2 以上であること[注8)] 浮きがないこと

注1) この評価基準は，日本では規定されていないため，スイスで採用されている基準を一例として示した．床版防水層の種類により，ある程度の段差を許容する場合があるため，床版防水層製造業者が作成する施工要領書を参考にしてもよい.

注2) 床版の粗さ確認方法の選定は，施工条件等を勘案して行うとよい.

注3) CT メータによるきめ深さの測定は，（社）日本道路協会発行の「舗装調査・試験法便覧」[8)] で規定された S022-3T（回転式きめ深さ測定装置を用いた舗装路面のきめ深さ測定方法）に準拠して実施すると良い.

注4) サンドパッチング法によるきめ深さの測定は，「舗装調査・試験法便覧」[8)] で規定された S022-1（SL 砂を用いた舗装路面のきめ深さ測定方法）に準拠して実施するとよい.

注5) 型取りゲージによる床版の粗さの測定には，**図 - 解 6.5.16** に示すような治具を使用するとよい.

注6) この評価基準は，「構造物施工管理要領」[9)] で採用された基準値を一例として示した．なお，使用する床版防水が床版の粗さを許容できる場合には，その限りではない．また，交通規制時間の制約等の事由により，表面処理を十分に行えず表面粗さが基準値を満たさない場合は，発注者や監督員等と協議の上，その対処法を決定するとよい．なお，CT メータ，サンドパッチング，型取りゲージによる表面粗さの測定結果との相関関係は，松井らの研究 [10)] が報告されており，表面粗さの測定には，これらの方法によって実施するとよい.

注7) たたき点検で床版コンクリートの脆弱性が疑われる箇所について，必要に応じて建研式引張試験を実施するとよい.

注8) 評価基準値は，「構造物施工管理要領」[9)] で採用されているものである.

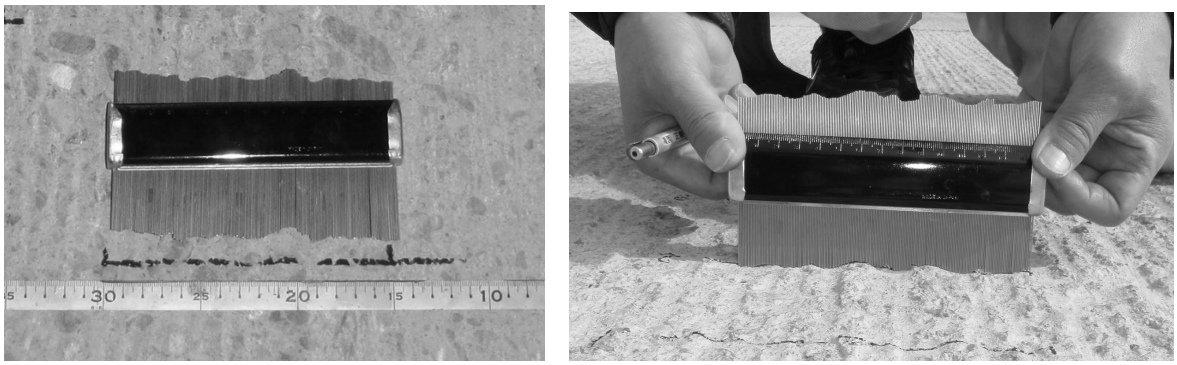


図-解 6.5.16　型取りゲージと測定状況

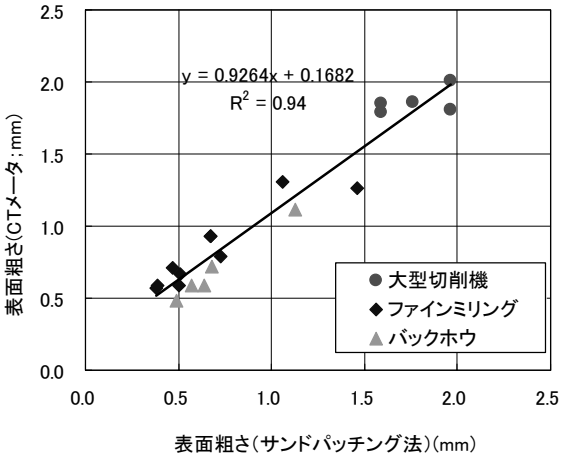


図-解 6.5.17　CT メータとｻﾝﾄﾞﾊﾟｯﾁﾝｸﾞ法の相関

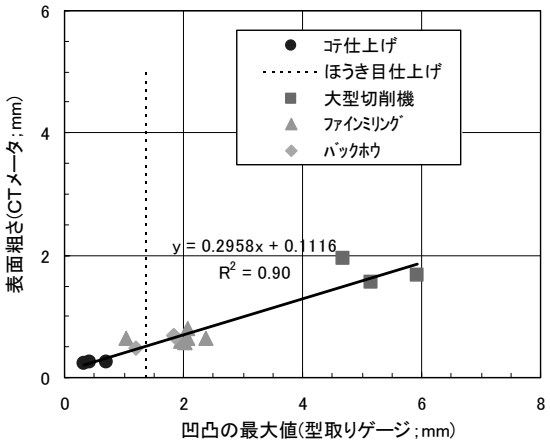


図-解 6.5.18　CT メータと型取りｹﾞｰｼﾞの相関

(2) 防水層としての均一性の検査（重ね幅，ピンホール，膜厚，端部の状況）

防水層設置段階（アスファルト混合物前まで）の検査について適用する．主な検査項目および検査方法は前出**表-解 5.6.1** を参考にするとよい．

(3) 床版・防水層・舗装相互の一体性の検査（接着強さ，せん断強さ，ブリスタリング）

保全の現場では，時間制約が厳しく，防水層施工時の性能を確認することが困難な場合がある．その場合には，試験施工で確認した施工法で施工を行うことで確認する．なお，試験施工では実施工で適用する施工方法で施工を行い，所定の性能を有していることを検査することを基本とする．

一体性の検査については，

・コア採取が可能な場合：引張接着試験，せん断接着試験，防水性試験

・コア採取が不可能な場合：建研式引張接着試験

等により確認するとよい．ただし，頻度，試験体寸法，試験体数については，発注者と協議して決定するとよい．

(4) 施工プロセスチェックによる検査

維持管理の現場においては，交通規制の時間が短く，床版防水施工時の検査が困難な場合が想定される．そのような場合には，施工プロセスチェックによる確認手法の導入が代替確認手法として有効と考えられる．

施工プロセスチェックとは，床版防水が適切な品質で施工されていることを確認することを目的として，床版の施工面の表面処理から防水層の施工および舗装合材の舗設までの各施工過程について，監督員（発注者側）が品質管理項目や日常管理試験項目などについて立会または確認を行うことを言う．

具体的には，以下に述べるような材料検査と施工検査で行うことで，ある程度実施工と同様の評価を行うものである．

① 現場にて引張接着試験が実施できない場合の材料検査は，現地施工時に□300×300×60(mm)のコンクリート板に対して，現場と同工程で防水層を施工し，後日，プライマーとコンクリートとの付着性および防水層と舗装合材との付着性を確認するものであり，引張接着強度が規格以上となることを確認するものである．

② 施工検査では，防水層の膜厚検査，使用材料の検査，舗装合材舗設時の温度管理などを監督員（発注者側）が立会することを基本とするが，これらの一部が現場で確認できない場合には，その内容を業者が提出した施工要領書やミルシート等をもとに確認する．

施工現場では，これらの材料検査や施工検査を立会して確認することが基本であるが，降雨等による天候の影響や想定外の床版上面の劣化状態の影響によって工程が遅延することも十分考えられるため，このような施工プロセスチェックが行えるよう準備して対応するとよい．

施工プロセスチェックで確認するべきと考えられる項目の一例を**表-解 6.5.3** に示す．

表-解 6.5.3　施工プロセスチェック項目の一例

チェック項目（下記の項目を施工時に確認すること）		チェック欄
防水層施工前の確認	・施工計画書に示された防水材料が納品されたか	
	・防水層の施工は施工計画書に従い施工されているか	
	・天候条件を確認し，防水工施工に問題ないことを確認したか	
	・施工時の温湿度を確認したか	
	・床版面の表面温度が露天以上であることを確認したか （目安：表面温度は露天温度より 3℃以上高い方がよい）	
	・施工は教育を受けた施工管理者の責任のもとで実施されているか	
	・コンクリートの材齢を把握しているか（必要に応じて）	
防水層施工時の確認	・マスキングを行っているか（必要に応じて）	
	・材料使用量の管理方法および実際の使用量を確認したか （例　吹付け：カウンター，塗布：缶の個数等）	
	・プライマーの硬化時間は計画どおりか（手で触ってくっつかない程度がよい）	
	・飛散防止対策を実施しているか	
	・防水材の硬化時間は計画どおりか	
	・防水材を積層する場合，インターバルを計画書どおりとっているか	
	・使用材料の実績使用量を確認したか	
	・コンパウンドの温度が適切であるか（シート系防水に適用）	
	・施工を中止する必要な状況を確認したか	
	・不具合があった場合の補修が適切に行われたか	

(4) 舗装の検査

5.6 検査（4）に準じる．

(5) 検査不合格の場合の処理

対応を施工計画書に明記するとともに，今後の対応を発注者と協議して決定することを基本とする．なお，保全の現場においては，時間的な制約があり，検査後の補修に要す時間を確保できない場合があるので，環境条件，交通規制時間，その他考慮すべき施工（環境）条件を考慮して対応を協議するとよい．

（参考）建研式引張試験を適用する場合の問題点

床版の補修・補強工事における防水システムの付着性（引張接着強度）の検査，確認は，プライマー塗布後，防水材施工後，舗装後に建研式引張試験（**図-解 6.5.17** 参照）に，以下の手順で実施される．

① 治具接着面の清掃

② 治具接着（接着材は，3 時間程度で硬化する超速硬接着剤を使用する場合が多い）

③ 治具側面の切込み

④ 建研式引張試験

図-解 6.5.19　建研式引張試験状況例

この場合，立会して試験を実施する際，下記の点に留意するとよい．

① 試験治具の接着に時間を必要とする．外気温が低い場合には，所定の強度に達するまで 3 時間以上を要す．

② 高温下では，接着剤の使用が困難であるため，舗装合材の温度が低下するまで治具の貼付けができない．

③ 外気温が高い場合には，破断面が舗装合材となる場合があり，防水層の付着性を適切に評価できない．舗装合材は粘弾性の材料であり，高温なるにつれて剛性が低下し，舗装内部で材料破壊を生じやすくなる．特に夏期においては，舗装合材の温度が 50℃程度になることも想定されるため注意が必要となる．

④ 突然の降雨等に見舞われて表面が湿った場合は，乾燥させるまで時間を要す．

6.5.6 施工記録

工事を実施した場合には，施工記録を作成し，保存する．

【解説】

(1) 施工記録の作成

工事を実施したときには，次回の補修工事時の情報として活用することを目的に，施工記録を作成し，保存する．

なお，この記録は，部分補修など緊急的に実施した場合にも作成することが望ましい．

表-解 6.5.3 施工記録の例（保全）

施工管理記録の例

工事名		
橋梁名		
路線面		
距離票		～ kp
施工年月日		
天候		
気温		
風速		
防水層の種類	種類	1. 塗膜系，2. シート系，3. その他（ ）
	系統 1)	
	名称（メーカ名）	
防水層の使用材料（断面図）		
床版の含水率（高周波水分計）		
舗装撤去方法		
下地処理方法		
規制方法		（施工当日に復旧，常設規制帯設置　などを示す）
舗装の仕様（混合物種，ｱｽﾌｧﾙﾄ種，厚さ）	基層	
	表層	
施工業者	既設舗装撤去	
	防水工	
	舗装工	

・1)：使用した防水材の系統を以下のように記述する

防水材の系統の例：常温粘着や流貼りなど，塗膜：樹脂反応型（ウレタン）や加熱アス塗膜など

【第 6 章　参考文献】

1) (社)土木学会：道路橋床版維持管理マニュアル，2012.6

2) 三田村浩，佐藤京，本田幸一，松井繁之：道路橋 RC 床版上面の凍害劣化と疲労寿命への影響，構造工学論文集 Vol.55A，2009.3

3) 松井隆行，後藤昭彦：保全における床版防水の課題，プレストレストコンクリート技術協会，第 20 回シンポジウム，2011.10

4) (株)高速道路総合技術研究所，（社）日本建設機械化協会施工技術総合研究所，（財）災害科学研究所社会基盤維持管理研究会：欧州床版防水システム調査報告書，2009.3

5) 東・中・西日本高速道路株式会社：設計要領，2011.7

6) (財)高速道路調査会：上面増厚工法設計施工マニュアル，1995.11

7) (社)日本道路協会：舗装便覧，2006.2

8) (社)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧（第 1 分冊），2007.6

9) 東・中・西日本高速道路会社：「構造物施工管理要領」，2011.7

10) 松井隆行，林 秀和，日向正，三浦康治：コンクリート強度の簡易測定手法に関する研究，第 66 回土木学会年次講演会，2011.9

第７章　床版防水システムの維持管理

7.1　点検・調査

(1) 点検は，一般的に初期点検，日常点検，定期点検に区分される．
(2) 点検・調査は，変状の要因を推定し，措置方針を立案することを目的に実施する．

【解説】

(1) 床版防水は，舗装と床版に挟まれた部分に位置することから，直接目視などにより点検することは不可能である．従って，床版防水の変状は一般的に舗装路面や床版下面の状態を観察することにより間接的に察知される．このことから，防水層に起因した舗装の変状や，防水層の機能喪失に伴う床版の変状などに着目した点検・調査により措置方法を検討することが重要となる．

初期点検とは，建設直後に実施する構造物の初期状態を把握する点検をいい，維持管理を始めるに際しての基本となるデータを収集することを目的に実施する．初期点検では，舗設後の浮き等の状況や床版下面での水しみや漏水の有無などの状況を点検し記録する．

日常点検とは，日常的に行われる巡回パトロール車等による車上点検をいい，路面の性状を日常的に監査することを目的に実施する．日常点検では，車上からの目視点検で判別できる路面の変状の位置情報や変状程度などを記録する．

定期点検とは，5 年から 10 年程度に 1 回実施する詳細な点検[注1)]をいい，構造物全体系の診断や中長期計画を立案するために必要な基礎データを収集することを目的に実施する．定期点検は，近接目視を主体の点検ではあるが，場合によって打音調査なども併用される．また，目視や打音によって変状の状態を把握することが困難な場合には非破壊調査なども実施される．定期点検では，変状の程度を的確に把握すると共に，今後の進行過程を予測することが求められる（**表-解 7.1.1**）．

変状予測に際しては，日常点検で収集した路面の変状過程や，補修履歴などを整理すると共に，下床版の漏水状況などを過去の点検結果と比較し評価すると良い．

[注1)] 国土交通省では概ね 5 年/回，NEXCO では 5 年～10 年/回で実施されている．

表-解 7.1.1　点検の項目

点検の種類	点検の場所	点検の項目	点検の方法
初期点検	舗装路面	浮き・はがれ	近接目視，打音点検
	床版下面	水しみ・漏水	近接・遠方目視，打音調査
日常点検	舗装路面	ポットホール等	車上による目視
定期点検	舗装路面	ポットホール等	近接・遠方目視
	床版下面	水しみ・漏水	近接・遠方目視，打音調査

(2) 点検，調査は，変状の要因を特定することが重要であり，変状要因や変状の程度より措置方針を立案することが可能となる．

路面のポットホール等は，走行性能に影響を与える変状であり，主な発生要因は舗装構造体の変状，床版防水層の変状，床版コンクリートの変状に区分される．

①舗装構造体の変状

舗装構造体の変状は，通行車両の影響等を受け，舗装自体が変状することをいい，様々な要因により舗装構造体が破壊し路面に穴・段差が生じる変状で，車両の走行に著しく支障をきたす．

●混合物（表層）のはがれ（**図-解 7.1.1**）

アスファルト混合物のはがれが原因で発生するものをいう．

表層部分のはがれについては，速やかに表層部分の補修を行う必要がある．

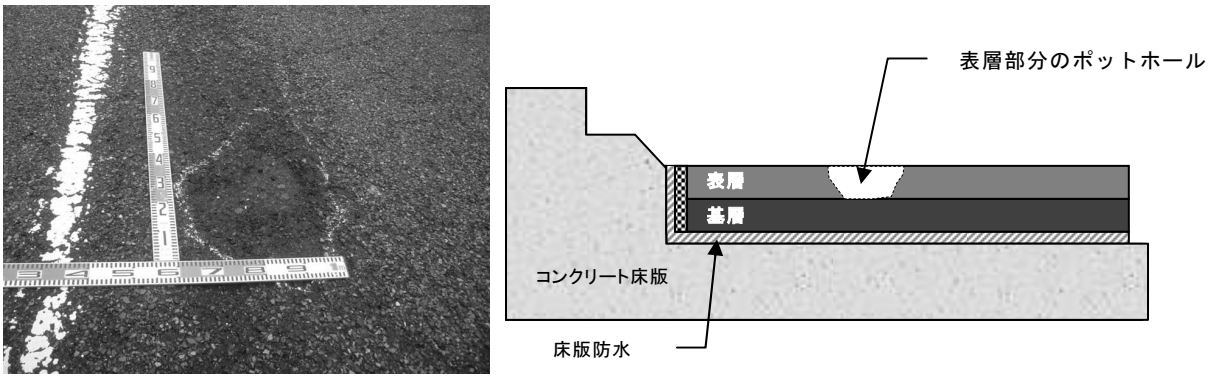


図-解 7.1.1　混合物の表面はがれの一例

●混合物（基層）の変状（**図-解 7.1.2**）

アスファルト混合物自体のはがれ等が原因で発生するものをいう．

表層部分のみの変状であれば，表層部分の補修を行うことで足りるが，レベルング層も変状している場合については，床版防水層の変状も危惧される．基層が変状する主な要因としては，防水層面に滞水した水の影響により基層が早期に劣化する場合や，床版コンクリートの変状に伴って基層が変状する場合などがある．このように，基層が変状した場合については，基層のみならず防水層，コンクリート床版部分の補修も必要となる場合が多い．

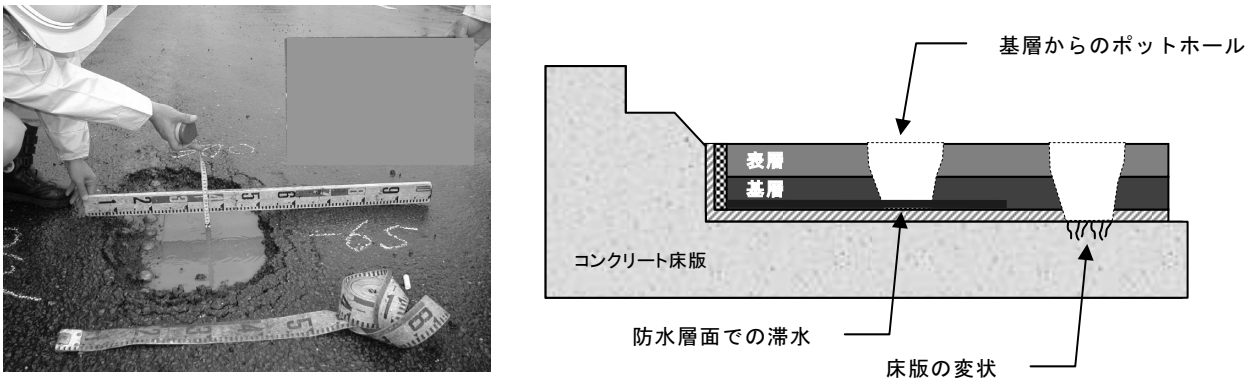


図-解 7.1.2　混合物のはがれの一例

●補修あとのはがれ（**図-解 7.1.3**）

加熱アスファルト混合物や常温混合物などで補修した箇所に発生した穴をいう．

図-解 7.1.3　補修あとのポットホールの一例

●亀甲状ひび割れ（**図-解 7.1.4**）

亀甲状ひび割れとは，縦方向，横方向の線状ひび割れが相互につながった状態をいう．

アスファルト混合物層の劣化・老化および舗装厚さ不足や路床・路盤の支持力の低下が原因で発生することが多い．また，排水性舗装の場合，基層混合物のはく離が原因で同様なひび割れが発生することがある．

通行車両の影響を受けて舗装路面にひび割れが発生する．長期間放置すると通行車両や雨水の影響を受け，ポットホールの発生に至る場合もある．

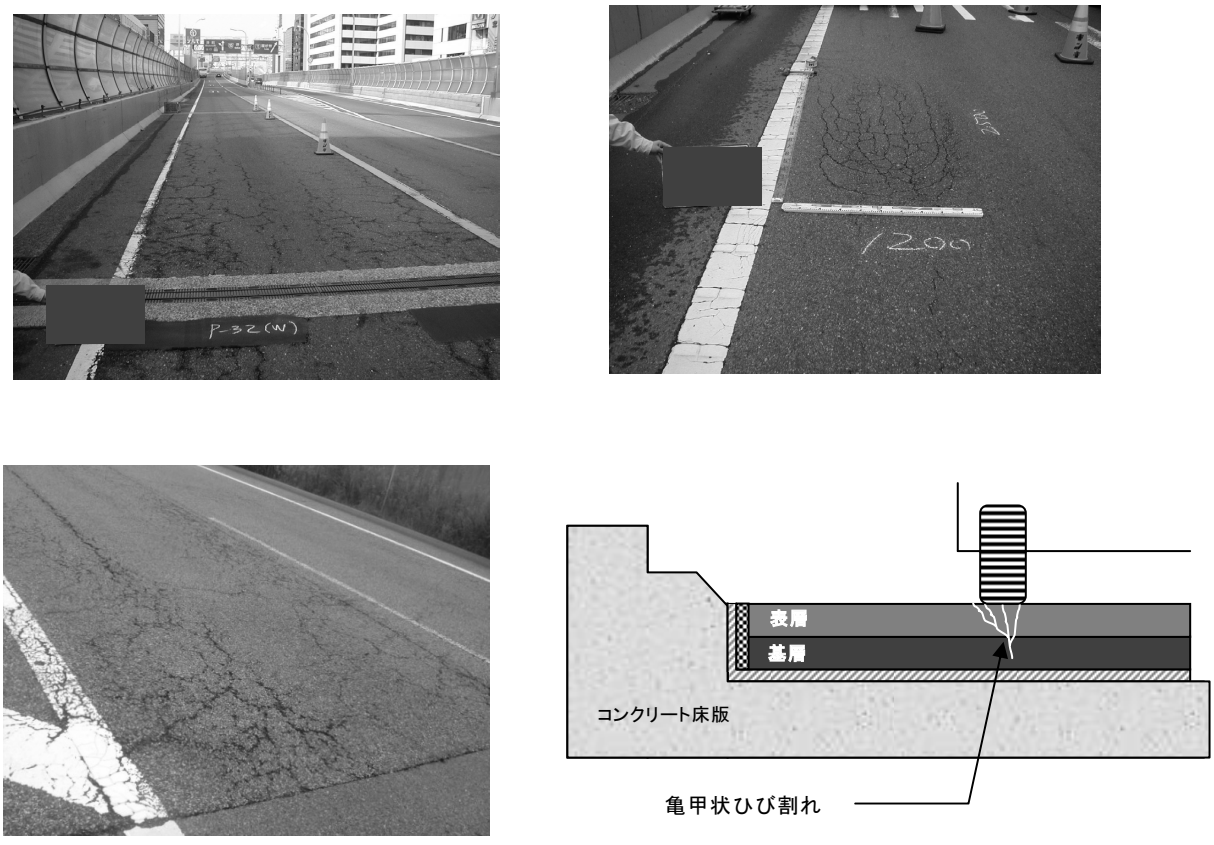


図-解 7.1.4　亀甲状ひび割れの一例

●流動わだち（**図-解 7.1.5**）

流動わだちとは，交通荷重によりアスファルト混合物層が塑性変形することにより発生し，車輪走行部は沈下し，その周辺（車線中央および路肩側）は盛り上がることをいう．

通行車両の影響を受けて舗装路面にわだち掘れが発生する．長期間放置すると通行車両や雨水の影響を受け，ポットホールの発生に至る場合もある．

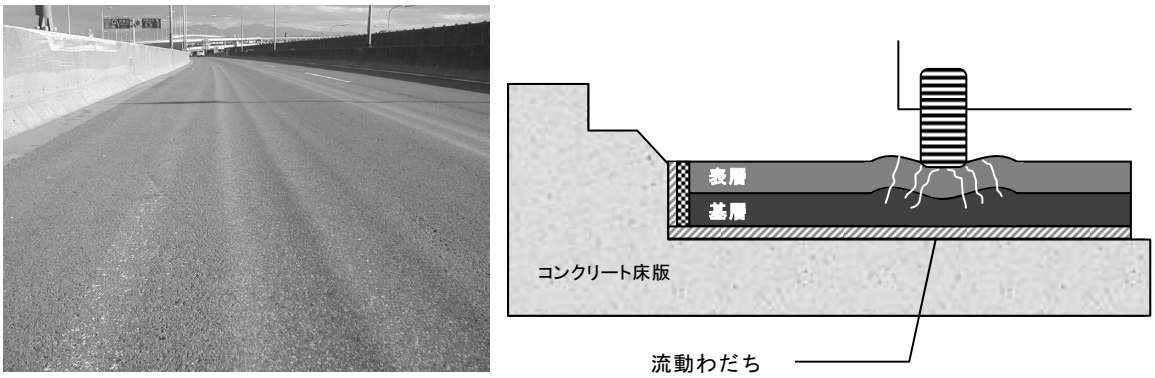


図-解 7.1.5　流動わだちの一例

●表層からのズレ（**図-解 7.1.6**）

表層からのズレとは，車両の走行にともないアスファルト混合物の表層部が縦断方向にズレた現象をいう．

防水層と舗装又は床版との接着不良により，防水層にズレが生じて舗装路面にズレが発生する．変状発生後は通行車両の影響を受け，早期にポットホールの発生に至る場合もある．

図-解 7.1.6　表層からズレの一例

●補修跡のズレ（**図-解 7.1.7**）

補修した跡およびその周辺で発生したズレをいう．

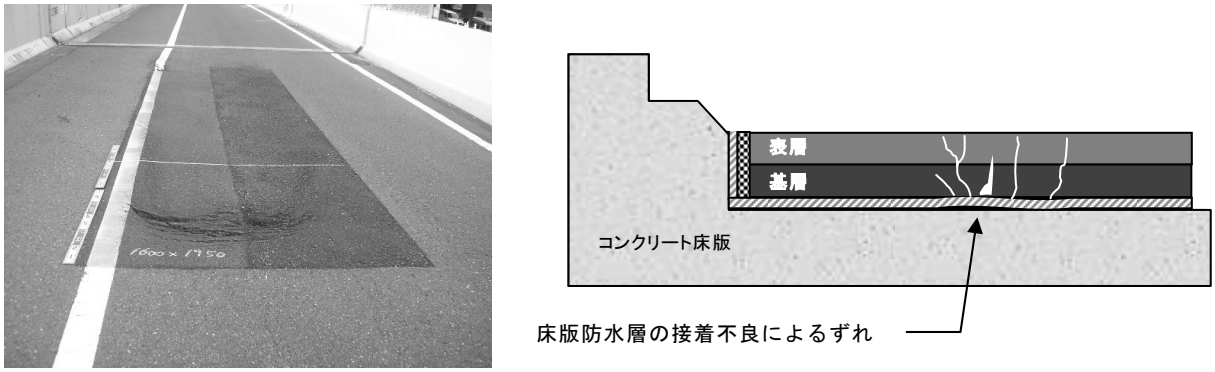


図-解 7.1.7　補修跡のズレの一例

●ブリスタリング（**図-解 7.1.8**）

ブリスタリングとは，舗装や防水層内に閉じこめられた水分や油分が気候的な作用で気化し，その蒸気が上層のアスファルト混合物を押し上げる現象である，鋼床版部のグースのような気密性の高い箇所に発生しやすい．

変状発生後は通行車両の影響を受け，早期にポットホールの発生に至る場合もある．

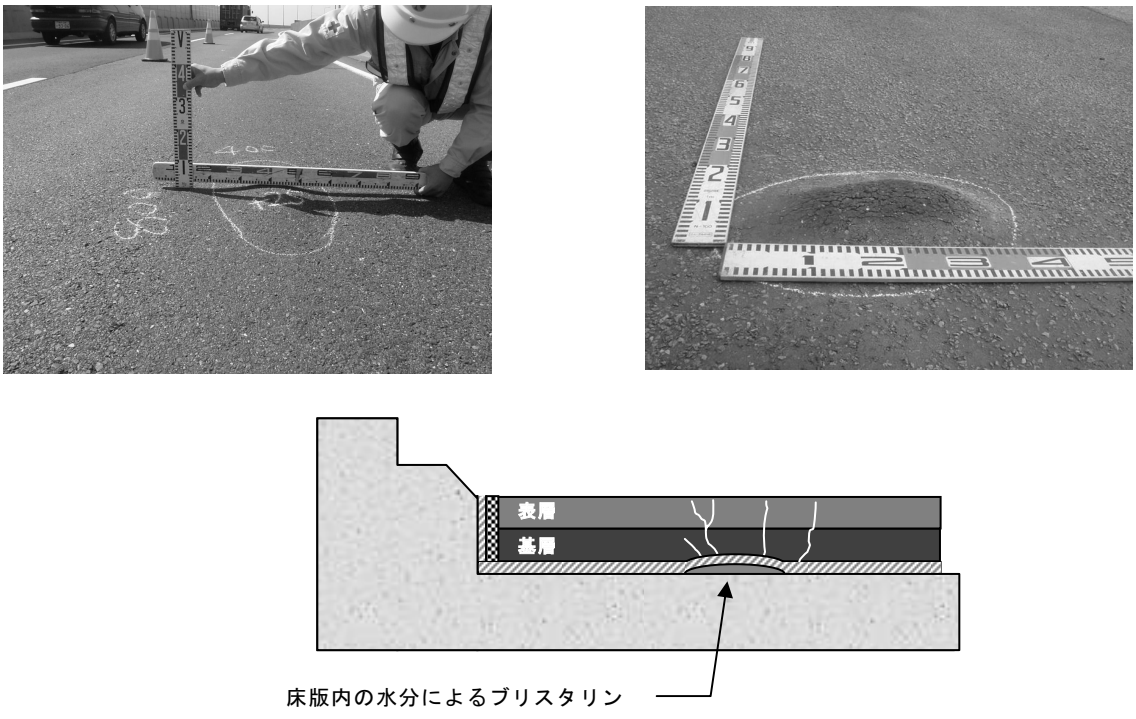


図-解 7.1.8　ブリスタリングによる変状の一例

7.2 補修

(1) 維持管理における補修は，路面の走行性能を復旧させるとともに床版防水の防水性能も復旧させる必要があり，補修方法は，緊急補修，部分補修，大規模補修に区分される．
(2) 補修時の材料については，施工環境や今後の補修計画を勘案した上で選定する必要がある．
(3) 床版の補修時においては，必要に応じて排水設備を設置する必要がある．

【解説】

(1) 床版防水システムの補修は，緊急補修，部分補修，大規模補修に区分される．

① 緊急補修（**図-解 7.2.1～7.2.3**）

舗装路面の変状を日常点検等により発見した場合には，速やかに緊急補修を行う．舗装路面の変状は，走行車両に直接影響を与える可能性があることから，緊急的に補修される．緊急補修に際しては，施工機械や材料手配，交通規制の実施など様々な制約が発生する場合が多く，一般的には簡易補修材により路面の走行性能を一時的に回復させる程度の措置が施される．このことから，緊急補修では，床版防水は復旧されない場合が多く，後の部分補修時に防水性を復旧する必要がある．緊急補修部分を放置すると，補修材料が劣化し再度ポットホールが発生することや，補修部分からの漏水により床版コンクリートが劣化し，変状範囲が拡大する恐れがあることから，緊急補修部分は，速やかに部分補修を行う必要がある．

また，緊急補修時にはポットホールの発生要因を究明し，後の部分補修方法の検討の一助とするとよい．

図-解 7.2.1 ポットホールの発生

図-解 7.2.2 常温合材による緊急補修

図-解 7.2.3 補修完了

② 部分補修（**図-解 7.2.4～7.2.6**）

部分補修は，緊急補修を実施した部分を計画的に補修することをいう．緊急補修部分は補修材料の耐久性が低いことや，防水機能が喪失していることなどから，概ね 1 カ月程度以内に部分補修を実施する必要がある．部分補修では，適切な施工時間が確保された状態で，加熱合材による舗装構造体や床版防水層の復旧などが行われる．また，下地コンクリートの状態によっては，床版補修も実施されることもある．このように，部分補修を適切に実施することで，路面の走行性能および防水性能が復旧されることとなる．

図-解 7.2.4 床版コンクリートの補修

図-解 7.2.5 床版防水層の復旧

図-解 7.2.6 舗装の復旧

③ 大規模補修

大規模補修とは，変状した構造物の健全性を大幅に改善することや，予防保全として耐久性を向上することなどを目的に舗装の全層打換え，床版防水層の再設置，床版コンクリートの補修・補強などを実施するものである．

(2) 補修時の床版防水材料には，床版防水の保有する一般的な性能（防水性，付着性，耐久性など）の他に，交通環境や緊急性に応じて，施工の容易さ（特殊機械，施工時間など）や材料の取扱い易さ（取扱資格の有無，保管の容易さなど）なども求められる．

(3) コンクリート床版，床版防水層および舗装の補修時には，変状のメカニズムを推定し，必要に応じて排水設備を設置することが，補修部分の延命化に寄与する．

床版防水層が設置されている場合，床版防水層が舗装より浸入した水を止水することから，止水された水を適切に排水することが舗装や防水層の耐久性を維持するためには非常に重要である．部分的に舗装や防水層が破損した場合には，防水層面の滞水による影響の可能性も高いことから，適切に排水することが重要となるため適切な位置に水抜きのための排水孔を設置するとよい．

また，床版下面にはく落対策のための繊維シートや補強を目的とした下鋼板などが設置されているような床版については，床版内に水を溜め易い構造であることからこのような場合も水抜き孔を設置することが重要である．

なお，水抜き排水孔の流末については，桁等に垂れ流すことなく，排水パイプなどによって既設排水設備に接続するなど適切に処置する必要がある．

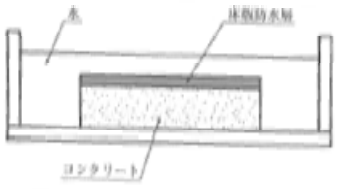
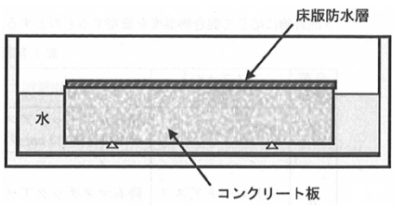
付録

［付録１］膨れ抵抗性試験方法

ブリスタリング（膨れ）抵抗性試験の性能試験方法には「防水便覧」(2007.3）のほか，高速道路会社によるNEXCO基準（2010.4）がある．両者を**表－解付1.1**で比較する．

「防水便覧」の試験基準は，これまで一般国道や地方道の道路橋床版を対象として採用されてきたが，ライフサイクルを考慮した経済性・気象条件等を考慮に入れれば，性能照査の観点からは，より過酷な試験条件を設定しているNEXCO基準の採用が確実であると判断される．

表－解付 1.1　膨れ抵抗性試験基準比較表

項目		「防水便覧」[付録-1] 10.ﾌﾞﾘｽﾀﾘﾝｸﾞ抵抗性試験	NEXCO 基準 （試験方法 433 - 2010）
試験条件	試験温度	水温 23±2℃ 恒温槽 60±2℃	水温 23±2℃ 水温 60±2℃ 恒温槽 60±2℃
	供試体数	3 個	3 個
供試体作製		「防水便覧」[付録-1]	「防水便覧」[付録-1]
試験の方法		①供試体を水温 23±2℃の恒温水槽に 24 時間全面水浸させる. ②試験体を水中から取り出し，直ちに恒温槽(60±2℃，湿度 80±5%RH)で24時間以上静置する.	①供試体水温 23±2℃の恒温水槽に 72 時間全面水浸させる ②供試体を水中から取り出し，水を張ったバケットに水浸させる. 水位は下地材の天端より 5mm 程度さがった位置とし，防水層は水浸させない. この際水温は 60℃とする. ③水浸状態のまま，直ちに恒温槽(60±2℃)で 4 時間以上静置する. ④恒温槽で4時間以上静置した後，供試体を取り出し供試体が常温になるまで2時間以上放置する. 供試体が常温であることを確認した後再度，恒温槽(60±2℃)で 4 時間以上静置する.
照査方法		水浸後および恒温槽で養生後，目視により，ブリスタリング，気泡等の発生の有無を観察する.  	水浸後及び恒温槽で養生後，目視により，ブリスタリング，気泡等の発生の有無を観察すると共に，赤外線カメラによりブリスタリングの状況を撮影する.（取り出し直後） 供試体 3 体のうち，2 体以上でブリスタリングが確認された場合不適とする. なお，供試体 1 体でブリスタリングが発生した場合でも，その供試体でのブリスタリング発生個数が 2 個程度以下で，かつブリスタリング発生面積率が 1%以下でなければならない. ブリスタリング発生面積率＝(各ブリスタリング面積の合計)÷(防水層施工表面積)×100(%) 

[付録 2] 局部変形性試験

「防水便覧」で規定されている局部変形性試験は，床版防水層の初期性能を確認する目的で定められたもので，常温（23±2℃）における局部変形性を評価することとしている．

一方，イギリスでは，骨材の押し込みは防水便覧で設定されている常温以外に，夏期の高温下（40℃）やアスファルト合材の舗設中にも生じ，この時の舗装温度は最低でも 110℃となることを踏まえて耐荷性を評価している．すなわち，イギリスでは，常温だけでなく，さらに高い温度での性能確認も重要と考え，40℃，80℃，125℃の環境下での局部変形性試験（BD47/99）を行って評価している．

負荷後の照査は，負荷部の床版防水層の厚さ変化率が 50%以内であることを確認した後，遮塩性試験で評価している．我が国の「防水便覧」およびイギリスで採用している局部変形性試験の評価基準を比較して示せば，**表－解付 2.1** に示すとおりである．

表－解付 2.1　局部変形試験の評価基準例

評価手法	評価基準
「防水便覧」（2007）	透水量 0.1ml 以下
イギリス BD47/99（1999）	負荷部の厚さ変化率が 50%以内であることを確認したのち，遮塩性試験により，下記を満たすこと． ⅰ）塩化物イオン濃度が 0.04%未満であること ⅱ）減水量が 20ml 未満であること ⅲ）コンクリート表面に水滴がないこと ⅳ）防水層の層間に塩が浸透していないこと ⅴ）コンクリートとの接着面が劣化したり，付着切れが生じたりしないこと

局部変形性試験法 BD47/99（イギリス）

(1) 局部変形性試験

タックコートを除いた防水層の厚さが 20 mm 以上の場合は，この試験を免除する．試験は 40±2℃，80±2℃，125±2℃の環境下で実施する．170×170×55mm サイズの下地材コンクリート板 9 体に，防水層を全面接着したもの（タックコートは除く）を試験体として使用する．すなわち，各試験温度について試験体 3 体を使用することになる．各下地材コンクリート上に，φ50mm 離れた 4 地点をテンプレート(**図-解付 2.1**)とダイヤルゲージを使ってけがく．次に，防水層を全面接着させ，同じところをテンプレートとダイヤルゲージでけがく．防水層の厚さは，防水システム設置後の厚さと施工前の下地材コンクリート板の厚さの差により算出する．防水層の平均厚さはこの 4 点の測定結果から算出する．シート系防水材およびボード系防水層の厚さは，設計厚さ±10%以内でなければならない．

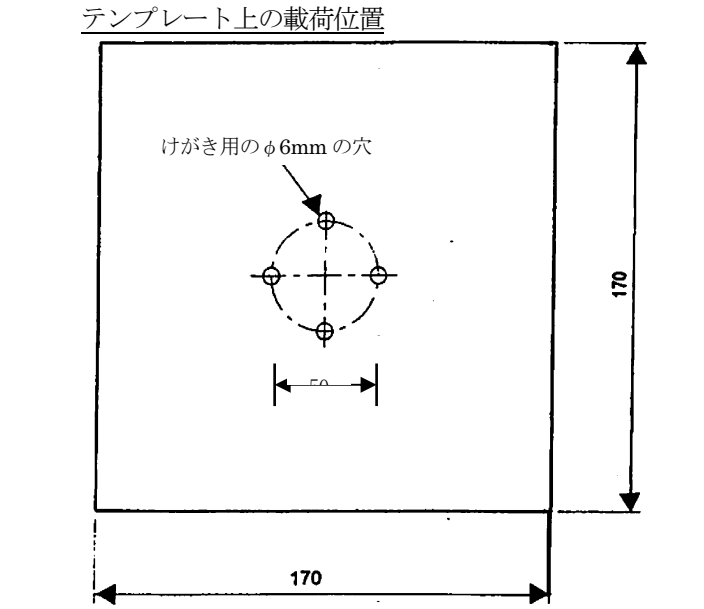
＜40℃の局部変形性試験＞

・全ての防水層に 40±2℃の骨材を押付ける．
・APL（サンドアスファルト） 舗設前の通常の現場作業時に，防水層への骨材の押し込みを想定して実施する．
・骨材の押込みは，コーン型の鋼製突き棒で再現する．

・コーンの角度は 90°，突き棒の直径は 8㎜，ベースの直径は 25㎜ 以下とする.
・突き棒は防水層に作用する力と変位を測定する試験機を使用して，先端を鋭利に切断した状態で防水層に押し付ける.
・突き棒は 40±2℃になるまで電気で加温する.
・試験体を試験前に最低 4 時間 40±2℃の環境下で静置する.
・試験は熱伝対等を使用して，所定温度(40±2℃)であることを確認する.
・くぼみの厚さ測定と同じ地点で４箇所測定する.
・突き棒は 5㎜/分の速度で載荷させる.
・突き棒が防水層に接触後，載荷荷重が 1000N になった時点で載荷を終了する.
・除荷は，載荷速度と同じ速度で行う.試験後，試験体を 23±2℃の環境下に最低 24 時間静置し，防水層を復元させる.テンプレートとダイヤルゲージを用いて膜厚を測定する.膜厚は下地の厚みを差引き，防水層のみの厚みを算出する.

評価基準は，厚さ変化率が 50%以内とする.基準を満たした場合は，塩化物イオン浸透性試験を 23±2℃で実施する.

・＜80℃の局部変形性試験＞は 40 度℃と同様に行なうが，試験体の養生温度は 50±3℃とする.
・温度は恒温室で管理する(50±3℃）.突き棒の温度は 125±3℃で負荷を与える.
・くぼみの必要条件と 23±2℃の塩化物イオン浸透性試験は， 40±2℃での試験と同様とする.
・125℃の試験に不合格となった場合は，80±3℃および 40±2℃の試験に合格していても，APL（サンドアスファルト）の施工を義務付ける.



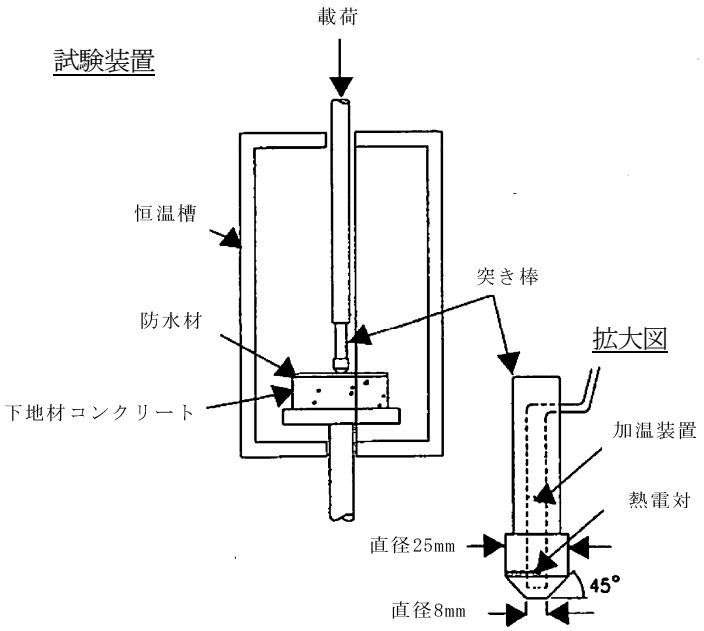


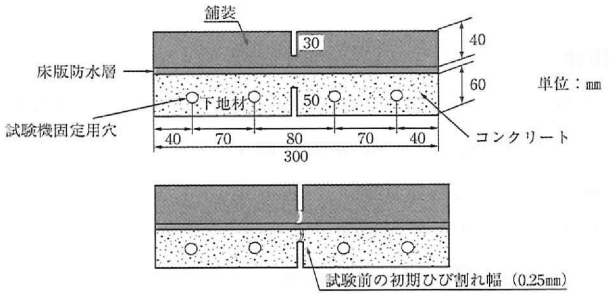
図-解付 2.1　載荷位置と試験装置

［付録 3］ひび割れ開閉負荷試験

これまで，我が国「防水便覧」(2007.3)［付録-1］14.ひび割れ開閉負荷試験は，＋23℃を標準として実施されてきたが，ヨーロッパにおいては低温下のもとでの変形性を照査するために，イギリスでは－10℃，ドイツでは－20℃の下での開閉負荷試験が実施されている．その一方で，EURO 基準(EN 14224, 2010)での振幅繰返し回数はわずか 1 万回であるが，高速道路会社では過酷な交通条件を踏まえて 480 万回の振幅繰返し回数を求めている．我が国においても防水層付近の温度が－10℃程度になることは十分考えられるので，変形性を照査する上では今後，低温下での調査研究を急ぐ必要がある．

なお，低温下における試験ではとりあえずEURO基準で定める 1 万回がひとつの目安となろう．

（1）「防水便覧」(2007.3)による試験方法(図-解付 3.1)



試験温度；+23℃

初期ひび割れ幅；0.25 mm

ひび割れ振幅；±0.15 mm

負荷回数；480 万回（高速道路会社）

振幅速度；5-10 Hz(正弦波)

図-解付 3.1　ひび割れ開閉負荷試験の供試体作製

（2）ＥＵＲＯ規準によるひび割れ開閉負荷試験

ＥＮ14224（2010）　図解付 3.2～3.3

試験温度；　0，－10，－20，－30℃，地域に依存した温度

初期ひび割れ幅；　0.20 mm

ひび割れ振幅；　　±0.12 mm

負荷回数；　10000（固定）

振幅速度；　1 Hz　（固定）

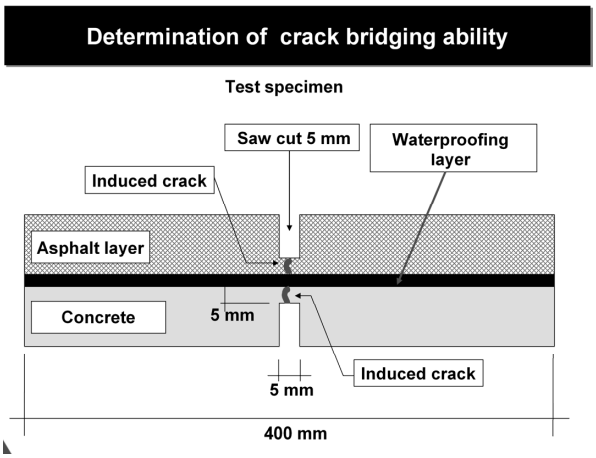


図-解付 3.2　ＥＵＲＯ基準の試験体

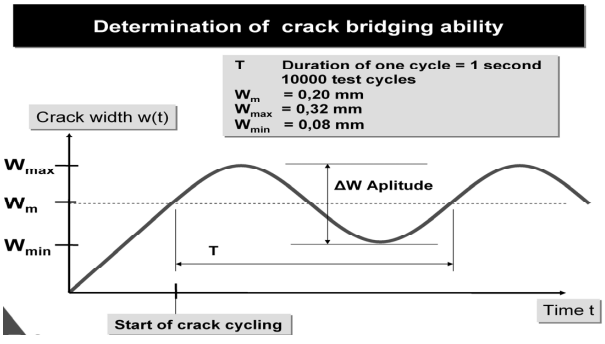


図-解付 3.3　ＥＵＲＯ基準による試験

この試験で最も重要視されているのが試験温度であり，－30℃に耐えるものを最高レベルとする．ドイツでは－20℃，イギリスでは－10℃を試験温度としている．

ひび割れ開閉負荷による変形性が十分でない場合には，防水防水層の破れや破断，はがれが発生し，床板防水層の防水性・遮塩性が低下する．したがって，ひび割れ開閉負荷後においても床板防水層の防水性・遮塩性が保持される性能が求められ，それぞれの試験によって性能が確認される．

ひび割れ開閉負荷後の防水性試験

防水便覧；　防水性試験Ⅱ　を実施

ＥＮ14224　ひび割れ箇所に赤色の水の入った円筒を置き，底を抜く．
24 時間後に試験体底面の湿潤状態をチェックして，水漏れを調べる
(**図解付 3.4**)．

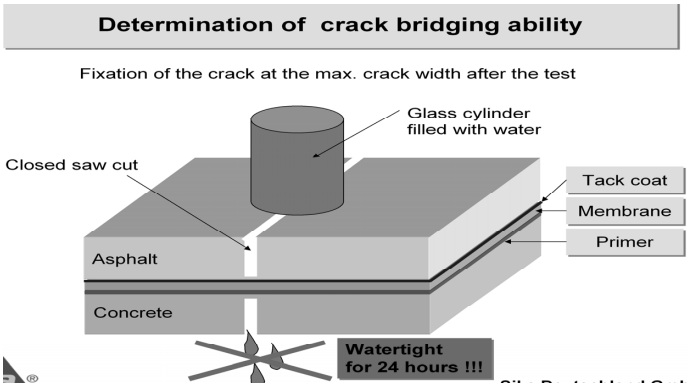


図-解付 3.4　ＥＵＲＯ基準による防水性試験

［付録 4］凍結融解負荷試験方法（案）2012

＜供試体の作製方法＞

(1) JIS A 5371 に規定される普通平板（略号：N、呼び 300）、または JIS A 1138 に基づいて作製された平板を準備する.

(2) 材料製造者が推奨する仕様に基づき床版防水層を作製する.

(3) 床版防水層の上にアスファルト混合物を舗設する（**図-解付 4.1**）.

アスファルト舗装：改質Ⅱ型　密粒度アスファルト混合物 13F

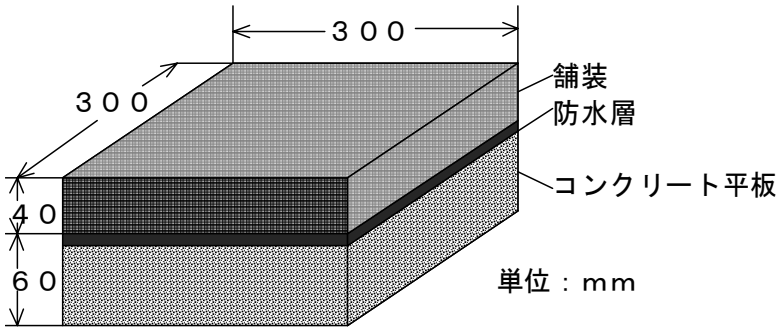


図-解付 4.1　供試体の形状・寸法

(4) 供試体の整形

① **図 - 解付 4.1** 供試体からコアカッタを用いてφ100mm のコア採取を行う.なお、コア採取位置は４点とする.**図-解付 4.2** にコア採取位置を示す.

② 採取したコアの防水層から上下２０mm（計４０mm）を止水テープで被覆して凍結融解試験に供する.**図-解付 4.3** に整形した供試体を示す.

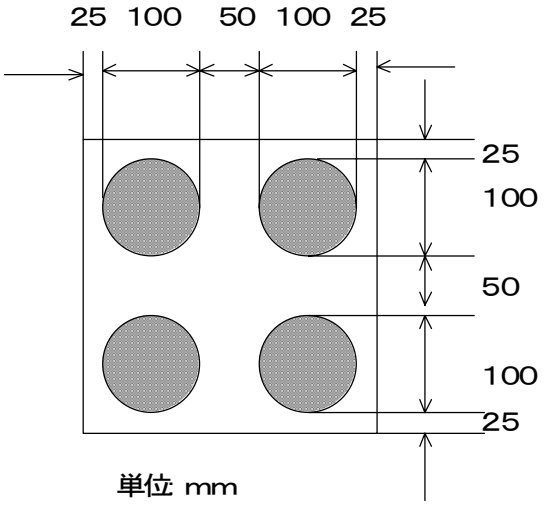


図-解付 4.2　コア採取位置

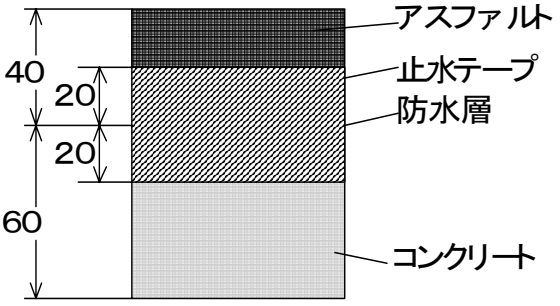


図-解付 4.3　整形した供試体

＜凍結融解負荷試験＞

(1) 凍結融解負荷試験の供試体への水の浸入を確実にするため、凍結融解負荷試験前に供試体を常温水で満たした真空脱気装置に入れ 0.02MPa 以下で 120 分間減圧する.

(2) 凍結融解負荷試験は**図-解付 4.4** に示す凍結装置、給水装置、温度測定装置からなる気中凍結水中融

解試験機を用いる.温度測定位置は凍結装置内のダミー供試体のアスファルトとコンクリートの接合面の中心とし、温度が最低設定温度(－20℃)まで下がると、凍結装置の運転が停止し給水装置により凍結装置内に自動的に水温 23℃の水が供給される.その後、ダミー供試体温度が最高設定温度（5℃）まで上がると給水装置の運転が停止し、凍結装置内の水が抜かれた後に凍結装置の運転を開始する.**図-解付 4.5** に凍結融解負荷試験の負荷条件の例を示す.

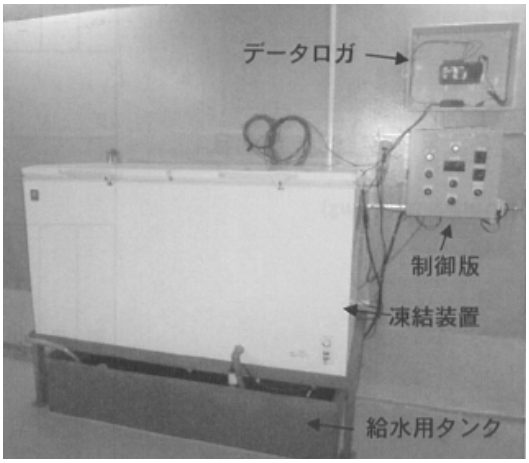


図-解付 4.4　凍結融解負荷試験機

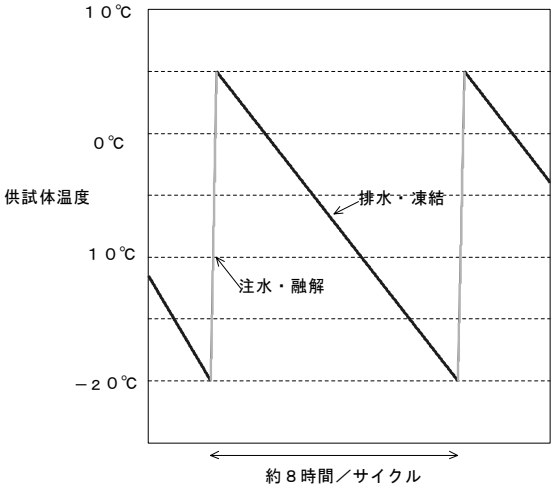


図-解付 4.5　凍結融解負荷条件の例

(3) 凍結融解負荷試験の繰返し数と試験項目を**表-解付 4.1** に示す.

表-解付 4.1　負荷試験の繰返し数と試験項目

凍結融解負荷数 （サイクル）	試験項目	供試体個数 （個）
0	引張接着試験	3
30	引張接着試験	3
90	引張接着試験	3
300	引張接着試験	3
	防水性試験Ⅱ	3

＜凍結融解負荷後の防水性試験方法および基準値＞

① 凍結融解負荷 300 サイクル後の供試体を用いて、「防水便覧」(2007.3) の[付録-1] 3.防水性試験Ⅱを実施する．.

② 凍結融解負荷 300 サイクル後の防水性試験の基準値は「漏水の無いこと」とする.

＜凍結融解負荷後の接着性試験方法および基準値＞

① 凍結融解負荷 0，30，90，300 サイクル後の供試体を用いて、「防水便覧」[付録-1] 6.引張接着試験を実施する.

② 凍結融解負荷後の引張接着試験の基準値は「凍結融解 90 サイクル負荷後の引張接着強度が凍結融解負荷前の 40%以上（暫定値)」とする.

【解説】

「防水便覧」[付録-1] 8.水浸引張接着試験では，7 日間の水浸後の引張接着強度が「水浸前の 50%以上」という基準である．

ここでは，凍結融解負荷 90 サイクルで水浸時間が約 30 日間と長く，さらに凍結条件も加わる厳しい負荷条件である．そこで，「凍結融解 90 サイクル負荷後の引張接着強度が，凍結融解負荷前の 40%以上（暫定値）」とした．

[付録 5] 各防水材料の標準的な物性値

防水層を構成する各材料の種類は様々であることや同種の材料であってもメーカが異なるとその性状は異なる可能性があるため，各防水材料の標準的な物性値を、**表-解付 5.1～5.12** に示す．実際には，各メーカが発行するミルシートに示されている品質値が，標準値に適合することを確認することとなる．

表-解付 5.1　プライマーの標準的品質の例(シート系およびアスファルト加熱型用)

種類 / 項目	溶剤型		水性型	試験方法
	ｺﾝｸﾘｰﾄ床版用	鋼床版用		
指触乾燥時間 (23℃) 分	60 分以内	60 分以内	180 分以内	JIS K 5600-1-1
不揮発分　　%	20 以上	50 以上	35 以上	JIS K 6833
作業性	塗り作業に支障のないこと			JIS K 5600-1-1
耐水性	５日間で異常のないこと			JIS K 5600-6-1

表-解付 5.2　シート系床版防水材の標準的品質の例

項　目	標　準　値	試験方法
厚さ　　mm	1.0～3.5	JIS　A6013
引張強さ(長手，幅方向とも)N/cm	100 以上	JIS　A6022
最大荷重時の伸び率※　　% (長手，幅方向とも)	－ 試験値を記載	JIS　A6022
低温可撓性	５個中４個以上合格	「防水便覧」[付録-1]
吸水膨張性	0.0±1.0	
加熱収縮率	0.0±3.0	
耐アルカリ性	異常のないこと	
耐塩水性	異常のないこと	
外観観察	変状や損傷がないこと	－

※最大荷重時の伸び率は，性能判断のための参考として試験値を記載するが標準値は設定しない

表-解付 5.3　シート系床版防水層(流し貼り型)貼付用アスファルトの標準的品質の例

項目	標準値	試験方法
軟化点　　℃	100 以上	JIS K 2207
針入度 (25℃)　　1/10mm	20～40	JIS K 2207
針入度指数	5 以上	JIS K 2207
蒸発質量変化率　　%	1 以下	JIS K 2207
引火点　　℃	260 以上	JIS K 2265
フラースぜい化点　　℃	－15 以下	JIS K 2207
だれ長さ　　mm	8 以下	JIS K 2207
加熱安定性　　℃	5 以下	JIS K 2207

表-解付 5.4　塗膜系床版防水層(アスファルト加熱型)防水材の標準的品質の例

項目	標準値	試験方法
針入度（円錐針）　mm	1～5	舗装試験法便覧 4-12-2
軟化点　℃	80　以上	JIS K 2207
引張強さ　(23℃) N/mm^2	0.35　以上	JIS K 2207
破断時の伸び率　%	300　以上	JIS K 2207
耐アルカリ性（23℃）	異常のないこと	JIS K 2265
耐塩水性　（23℃）	異常のないこと	JIS K 2207

表-解付 5.5　塗膜系床版防水層(ゴム溶剤型) プライマーの標準的品質の例

項目	標準値		試験方法
	一次プライマー	二次プライマー	
指触乾燥時間（23℃）分	30 以内	60 以内	JIS K 5600-1-1
不揮発分　%	10 以上	25 以上	JIS K 6833
作業性	塗り作業に支障のないこと	塗り作業に支障のないこと	JIS K 5600-1-1
耐水性	5 日間で異常のないこと	5 日間で異常のないこと	JIS K 5600-6-1

表-解付 5.6　塗膜系床版防水層(ゴム溶剤型)防水材の標準的品質の例

項目	標準値	試験方法
作業性	塗り作業に支障のないこと	JIS K 5600-1-1
指触乾燥時間（23℃）　時間	6 以内	JIS K 5600-1-1
不揮発分　%	30 以上	JIS K 6833
引張強さ　N/mm^2	1.47 以上	JIS K 6021
最大荷重時の伸び率　%	450 以上	JIS K 6021
耐屈曲性　（-10℃）	直径 10mm の心棒で折り曲げに耐えること	JIS K 5600-5-1
耐アルカリ性	異常のないこと	「防水便覧」［付録-1］9.耐薬品性試験
耐塩水性	異常のないこと	〃

表-解付 5.7　塗膜系防水材(反応樹脂型ウレタン樹脂系)のプライマーの標準的な品質確認項目の例

項目		標準値	試験方法
樹脂品質	粘度　MPa・s	主剤 16.0 硬化剤 6.5	JIS K 6833
	固形分　%	主剤 42.0 硬化剤 18.0	JIS K 7301
硬化性	硬化時間　分	23℃　30 分	JIS K 5600-1-1

表-解付 5.8　塗膜系防水材(反応樹脂型ウレタン樹脂系)の防水材の標準的な品質確認項目の例

項　目		標準値	試験方法
樹脂品質	粘度　MPa・s	両液　500-2000	JIS K 6833
	NCO 含有量　%	12.5	JIS K 7301
硬化性	指触硬化時間　分	0.5	JIS K 5600-1-1
塗膜品質	引張強さ　N/mm^2	2.3	JIS K 6251
	破断時の伸び率　%	300	JIS K 6251
	引裂強さ　N/mm	27	JIS K 6252
	硬度　JIS C	90	JIS K 6253

表-解付 5.9　塗膜系防水材(反応樹脂型メタクリル樹脂系)のプライマーの標準的な品質確認項目の例

項目		標準値	試験方法
樹脂液特性	密度　g/ml	1.03	JIS K 5600 比重カップ法
	粘度　mPa・s	15	JIS K 6901 5-5
	硬化時間　分	20	JIS K 6901 5-10, BPO(50%) 2%

表-解付 5.10　塗膜系防水材(反応樹脂型メタクリル樹脂系)の防水材の標準的な品質確認項目の例

項目		標準値	試験方法
樹脂液特性	密度　g/ml	1.15	JIS K 5600 比重カップ法
	粘度　mPa・s	2000	JIS K 6901 5-5
	硬化時間　分	12	JIS K 6901 5-10, BPO(50%) 2%
硬化物特性	引張強さ　N/mm^2	8.0	JIS K 6251
	破断時伸び　%	80	JIS K 6251

表－解付 5.11　複合防水工法に使用される(メタ)アクリル樹脂系浸透型床版防水材の標準的な品質各員項目の例

項目		標準値	試験方法
樹脂液特性	粘度 (5℃)　MPa・s	500±300	B型粘度計
	密度　g/ml	1.05±0.05	JIS k 5600 比重カップ法
	浸透性能　mm	10 以上	首都高㈱　浸透性能試験
	ひび割れ含浸深さ　mm	25 以上	NEXCO 試験法 426
	ひび割れ含浸曲げ強度　N/mm^2	2 以上	NEXCO 試験法 426
	硬化時間 (5～40℃)　分	30 分以内に調整可能	発熱法
硬化物特性	硬化物の引張強さ　N/mm^2	8 以上	JIS K 7161
	硬化物の引張伸び　%	3 以上	JIS K 7161

［付録 6］防水層標準工程表

施工計画策定の参考資料として、各種防水層の製造業者が示している標準工程表を示す.

[工程表の前提条件]

（1）新設橋のコンクリート床版である.

（2）コンクリート床版面にはレイタンス等の付着を阻害するものがない.

（3）施工面積は 300m^2 である.

（4）施工は 1 パーテイーで行う

（5）気温は 23℃である.

【防水層の種別】

1．シート系流し貼り型

2．シート系常温接着型

3．塗膜系アスファルト加熱型

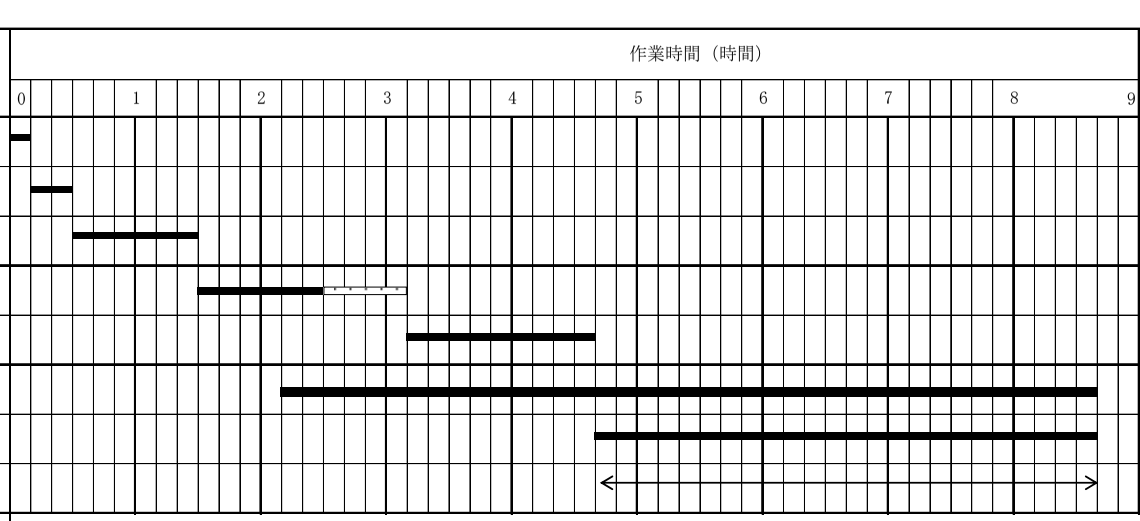
4．塗膜系反応樹脂型　ウレタン樹脂系

5．塗膜系反応樹脂型（メタ）アクリル樹脂系

6．複合防水工法

表-解付 6.1　シート系流し貼り型　　床版防水標準工程表

工法名：ＨＱラバソイド工法	施工条件：新設300m²(外気温23℃)
防水層の種類：シート系高性能床版防水層(流し貼り型)	施工時間合計:　約 8.5 時間



施工内容		作業時間(時間)	パーティー数	備考（主要機械）
準備工	施工前計測（外気温、床版表面温度、水分量等）	0.2	1	
	清掃工	0.3	1	
	養生など	1	1	
プライマー工	プライマーⅠ塗布（骨材散布含む）	1	1	
	プライマーⅡ塗布	1.5	1	散布機
防水材工	貼り付けアスファルトの溶解	6.5	1	溶解釜
	防水層施工(シートの位置合わせを含む)	4	1	
	自主検査(重ね幅確認)	—	—	
記　　事				

表 - 解付 6.2　シート系常温接着型　床版防水標準工程表

工法名：フレッシュシート工法	施工条件：新設300m²(外気温23℃)
防水層の種類：シート系床版防水層(常温粘着型)	施工時間合計：　約 4 時間

施工内容		作業時間（時間） 0　1　2　3　4　5　6　7　8	作業時間(時間)	パーティー数	備考（主要機械）
準備工	施工前計測（外気温、床版表面温度、水分量等）		0.2	1	
準備工	清掃工		0.3	1	
準備工	養生など		0.5	1	
プライマー工	プライマー塗布		0.5	1	プライマ塗布機使用
防水材工	アスファルトの溶解		1.7	1	溶解釜
防水材工	防水材の施工(シートの位置合わせを含む)		1.5	1	
防水材工	端部処理		0.7	1	
防水材工	自主検査(重ね幅確認)		－	－	
記事					

表 - 解付 6.3　塗膜系アスファルト加熱型　床版防水標準工程表

工法名：セロシールＳＳ－Ｂ工法	施工条件：新設 300m^2(外気温23℃)
防水層の種類：塗膜系床版防水層(アスファルト加熱型)	施工時間合計:　約 3.5 時間

■：作業　□

施工内容		作業時間（時間）	作業時間（時間）	パーティー数	備考（主要機械）
準備工	施工前計測（外気温、床版表面温度、水分量等）		0.2	1	
	清掃工		0.3	1	
	養生など		0.5	1	
プライマー工	プライマー塗布		0.5	1	プライマ塗布機使用
防水材工	アスファルトの溶解		3.3	1	溶解釜
	端部処理		0.7	1	
	防水材の施工(珪砂散布含む)		0.7	1	
記事					

表－解付 6.4　塗膜系反応樹脂型　ウレタン樹脂系　床版防水標準工程表

工法名：ノバレタンES工法　新設	施工条件：新設300㎡(外気温23℃)
防水層の種類：ポリウレアポリウレタン	施工時間合計：　　８時間　　０　分

■：作業　　：養生

施工内容		作業時間（時間）	作業時間（時間）	パーティー数	備考（主要機械）
準備工	施工前計測（外気温、湿度、床版表面温度、表面粗さ等）	2	1:00	１パーティー	
	表面処理工	4	1:30	作業員９名	ポリシャー、スイーパー等
	清掃工	2	1:30	監督員１名	
	養生工(マスキング)	2	1:00		
	その他作業				
プライマー工	準備工	2	0:20		
	プライマーⅠ塗布	4	0:30		
	プライマーⅡ塗布	4	0:30		
	その他作業				
防水材工	準備工	2	2:30		
	防水層施工	5	2:00		吹付機、ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰ、発電機
	その他作業				
	自社検査（膜厚測定等）	2	0:30		
舗装接着材工	準備工	2	0:00		
	舗装接着材工（骨材散布含む）	5	2:00		吹付機、ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰ、発電機
	その他作業（端部保護工）	2	1:00		
	自社検査（ピンホール）	3	0:30		
記事					

表 - 解付 6.5.1　塗膜系反応樹脂型（メタ）アクリル樹脂系　床版防水標準工程表

工法名：タフレイヤー３Ｄ端部防水工・タフレイヤー床版防水システム	施工条件：新設300m²(外気温23℃)
防水層の種類：メタクリル（MMA）系樹脂	施工時間合計:　8時間　00分

■:作業　□:養生

	施工内容	作業時間（時間）	作業時間（時間）	パーティー数	備考（主要機械）
端部防水工	研掃工（床版部を含む）		60分	1ﾊﾟｰﾃｨｰ（10名）	ﾃﾞｨｽｸｻﾝﾀﾞｰ・発電機 研掃機
	プライマー塗布（1層目）		20分		発電機・撹拌機・ﾛｰﾗｰ刷毛
	プライマー塗布（2層目）		10分		発電機・撹拌機・ﾛｰﾗｰ刷毛
	防水材塗布（1層目）		30分		発電機・撹拌機・ﾛｰﾗｰ刷毛
	防水材塗布（2層目）		30分		発電機・撹拌機・ﾛｰﾗｰ刷毛
	表面保護材塗布		20分		発電機・撹拌機・ﾛｰﾗｰ刷毛
床版防水工	プライマー塗布（1層目）		30分		発電機・撹拌機・ﾛｰﾗｰ刷毛
	プライマー塗布（2層目）		20分		発電機・撹拌機・ﾛｰﾗｰ刷毛
	防水材塗布（1層目）		60分		発電機・撹拌機・自在刷毛
	防水材塗布（2層目）		60分		発電機・撹拌機・自在刷毛
	立会検査（膜厚測定・ﾋﾟﾝﾎｰﾙ測定）		20分		発電機・ﾋﾟﾝﾎｰﾙﾃｽﾀｰ・膜厚計
	接着材塗布（骨材散布含む）				
	余剰骨材回収				
	As乳剤散布				
記事					

表 - 解付 6.5.2　塗膜系反応樹脂型（メタ）アクリル樹脂系　床版防水標準工程表

工法名：タフレイヤー３Ｄ端部防水工・タフレイヤー床版防水システム	施工条件：新設300㎡(外気温23℃)
防水層の種類：メタクリル（ＭＭＡ）系樹脂	施工時間合計:　3時間40分

■:作業　⬚:養生

	施工内容	作業時間（時間）1	2	3	4	5	6	7	8	作業時間（時間）	パーティー数	備考（主要機械）
端部防水工	研掃工（床版部を含む）											
	プライマー塗布（1層目）											
	プライマー塗布（2層目）											
	防水材塗布（1層目）											
	防水材塗布（2層目）											
	表面保護材塗布											
床版防水工	プライマー塗布（1層目）											
	プライマー塗布（2層目）											
	防水材塗布（1層目）											
	防水材塗布（2層目）											
	立会検査（膜厚測定・ﾋﾟﾝﾎｰﾙ測定）											
	接着材塗布（骨材散布含む）	■	⬚							60分	1ﾊﾟｰﾃｨｰ（10名）	発電機・撹拌機・散粒機 自在刷毛
	余剰骨材回収		■							30分		大型ｽｲﾊﾟｰ・小型ｽｲｰﾊﾟｰ
	As乳剤散布			■	⬚					30分		ﾃﾞｨｽﾄﾛﾋﾞｭｰﾀｰ
記事												

表-解付6.6 複合防水工法　床版防水標準工程表

工法名：　デッキコート複合防水工法	施工条件：新設300㎡(外気温23℃)
防水層の種類：　複合防水（アクリル樹脂系浸透型＋加熱アスファルト型塗膜系）	施工時間合計:　　約３．５時間

■:作業　　:養生

	施工内容	作業時間（時間） 1 2 3 4 5 6 7 8	作業時間（時間）	パーティー数	備考（主要機械）
準備工	施工前計測（外気温、湿度、床版表面温度、表面粗さ等）		0:10	1	
	清掃工		0:20	1	
	区割り、養生工(マスキング)		0:30	1	
浸透型防水材工	準備工（硬化時間確認等）		0:30	1	
	アクリル樹脂系浸透型防水層施工		1:00	1	ローラー塗布、または塗布機
	珪砂散布		0:30	1	
塗膜系防水材工	準備工（アスファルト溶解等）		3:30	1	溶解釜
	端部処理		0:40	1	
	加熱アスファルト型塗膜系防水層施工		0:50	1	
記事					

［付録７］舗装撤去・表面処理の事例

【舗装撤去機械】

概 説

橋梁床版の舗装切削（撤去）作業は、既設床版を極力損傷させないよう丁寧に行う必要がある。舗装の撤去は通常機械切削（路面切削機）で行われるが、丁寧な切削作業としては、切削機により床版を傷めない深さで切削し、残存するアスファルト舗装を小型切削機やバックホウおよび人力等によって除去する必要がある。この施工法には、多大な時間を要することになり、規制時間の確保が困難な場合には、この時間を短縮するためにコンクリート面まで１回の走行で路面切削機を用いて切削する工法が採用されることがある。

舗装撤去に利用できる切削機械の主な種類および留意事項について以下に示す。

○ 路面切削機（大型切削機）

○ ファインミリング切削（小型切削機）

○ バックホウ（アタッチメント装着）

１．大型切削機（Wirtgen 社製、2100DC、標準切削ドラム）

① 大型切削機の主な仕様

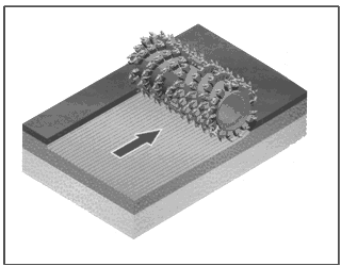
大型切削きの主な仕様を**表 - 解付 7.1** に示す。

表 - 解付 7.1　大型切削機の主な仕様

① 型式	2100DC	⑥ 作業速度(m/min)	0～27
② 切削幅(mm)	2000	⑦ 軸荷重・前軸(kN)	165.6(16.9tf)
③ 切削深さ(mm)	0～300	⑧ 軸荷重・後軸(kN)	167.5(17.1tf)
④ 切削溝幅(mm)	15	⑨ 作業時重量(kN)（水、燃料）	387.1(39.5tf)
⑤ 切削溝高(mm)	4.33		

② 切削ドラム

標準切削ドラム（切削溝幅 15mm）と切削面の形状イメージを**図 - 解付 7.1** に示す。



標準切削ドラム

切削溝幅:a(mm)	25	15	8
切削溝高:b(mm)	7.21	4.33	2.31
切削溝角度:c(角度)	120	120	120

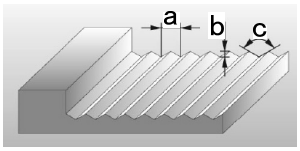


図 - 解付 7.1　切削機ドラムの種類と切削面の形状

③ 留意事項

・粉塵防止等の為に散水を行うことから、切削路面は湿潤状態となる。

・切削された廃材はコンベアで排出されるが、一部残留するため、路面清掃車との組合せとなる。

・切削面には、切削時に固着したのろや塵埃が付着しており、清掃・除去する必要がある。

図－解付 7.2　大型切削機（2100DC）

図 - 解付 7.3　切削後の清掃作業

２．小型切削機（Wirtgen 社製、W50DC、ファインミリング）

① ファインミリングの特徴

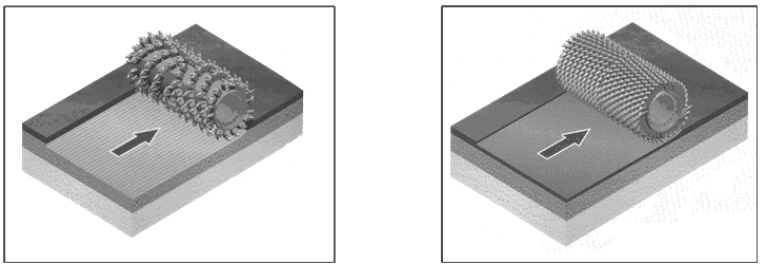
切削ドラムにファインミリング（Fine Milling）ドラムを用いた切削機で通常の標準切削ドラムのビット間隔が 15㎜に対して、6㎜以下の狭い間隔で切削ビットが配置されているため、切削面はきめ細かい仕上がり面となる。そのため、ファインミリングを使用した場合には、数 ㎜ 単位で正確に舗装の切削が出来、切削表面が平滑となるため切削面の平坦性が良く、床版を傷めない施工が可能となる。

② 小型切削機の主な仕様

表 - 解付 7.2　小型切削機の主な仕様

① 型式	W50DC	⑥ 作業速度(m/min)	0～25
② 切削幅(mm)	500	⑦ 軸荷重・前軸(kN)	28.4(2.9tf)
③ 切削深さ(mm)	0～20	⑧ 軸荷重・後軸(kN)	50.0(5.1tf)
④ 切削溝幅(mm)	3	⑨ 作業時重量(kN)（水、燃料）	78.4(8tf)
⑤ 切削溝高(mm)	0.87		

③ ファインミリング切削ドラム



標準切削ドラム　⇨　Fine Milling ドラム

切削溝幅:a(mm)	25	15	8	6	5	4	3	2
切削溝高:b(mm)	7.21	4.33	2.31	1.73	1.44	1.15	0.87	0.58
切削溝角度:c(角度)	120	120	120	120	120	120	120	120

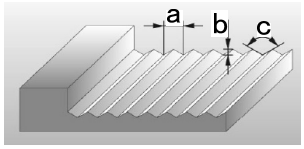


図 - 解付 7.4　切削機ドラムの種類と切削面の形状

④ 留意事項

・施工継ぎ目に段差を生じる場合がある。

・切削された廃材は、コンベアで排出できず残留するため、路面清掃車との組合せとなる。

・切削面には、切削時に固着したのろや塵埃が付着しており、清掃・除去する必要がある。

図 - 解付 7.5　小型切削機（W50DC）

図 - 解付 7.6　切削した廃材が残る

3．小型バックホウ

① 舗装撤去

舗装の撤去は、通常路面切削機で施工されるが、コンクリート床版面をなるべく傷つけないように撤去するためには、アスファルト舗装を床版面から 2～3㎝ 程度残し、床版面を損傷しにくいバックホウのバケット部に特殊なアタッチメントを取付けて切削することが可能かを確認し、施工を行う必要がある。

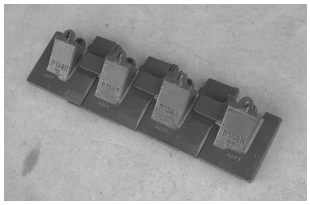
バックホウのバケット容量は、一車線内での作業で使用実績が多いバケット容量 0.2㎥ クラス以下の小型バックホウ（以下、バックホウと呼ぶ）を採用した。

② バックホウ用アタッチメントの主な仕様

・ツース盤（平爪・平刃の総称で取付・取外しがピン抜き工具のみで簡単、3～5 枚組）

・エスカルゴン（アスファルトの斫り作業用、事前に油圧配管と装着作業が必要）

表 - 解付 7.3　バックホウ用のアタッチメントの主な仕様

種　類	バックホウ用の アタッチメント装着状況	バックホウおよび アタッチメントの主な仕様
 (1) ツース盤(平爪・平刃)		＜バックホウ＞ ・型式(呼称);Vio40-5 ・バケット容量(呼称);0.2(JIS0.14)m^3 ・機械重量;4.19t ＜平爪＞ ・ツース盤(標準;4枚組)
 (2) エスカルゴン		＜バックホウ＞ ・型式(呼称);Vio30-5 ・バケット容量;0.15(JIS0.1)m^3 ・機械重量;3.14t ・全幅; ＜エスカルゴン;3～4tｸﾗｽ用＞ ・型式;ES-30 ・回転数;120rpm(50L/min時) ・切削幅;300mm ・切削深さ;0～100mm ・重量;380kg

③ 留意事項

・ツース盤（平爪・平刃の総称）

本試験施工では、標準的な平爪（4 枚組）と両サイド 2 枚を外した平爪（2 枚組）を適用した。その結果、平爪（2 枚組）とした場合には、舗装の撤去時間を大幅（約 1/6）に短くすることができることが判明した。

・エスカルゴン

十分に締固めされた舗装の撤去には時間がかかりすぎるため、広範囲の舗装除去への適用は不可。

図ー解付 7.7　バックホウ切削状況

（平爪 4 枚組使用）

図 - 解付 7.8　バックホウ切削状況

（平爪 2 枚組使用）

図 - 解付 7.9　エスカルゴン切削状況

【各種表面処理機械】

概 説

路面切削機等により舗装を切削して床版面に傷を付けた場合には、床版面に微細なひび割れの発生が懸念されることやバックホウによる切削では床版面に付着したタックコートが残存し、防水層の性能に大きな影響を及ぼす。そのため、床版の付着性能に影響を与えずに除去する簡易な表面処理機械の適用を検討する必要がある。

本試験施工で適用した簡易な表面処理機械の主な種類および留意事項について以下に示す。

○ 簡易なスチールショット(SS)

○ 簡易なウォータージェット(WJ)

○ ダイヤモンド刃研掃

（1）スチールショット(SS)

① スチールショットの主な仕様

表 - 解付 7.4　スチールショットの主な仕様

種別	機械名称	主な仕様	外観状況の例	備考
スチール ショット(SS)	NSB-700 (フタミ)	①投射球の材質；鋳鋼 ②投射球の球径；1.18～1.70mm ③外形寸法；長2271×高1050× 幅909mm(有効幅700mm)		①ｽｰﾊﾟｰﾌﾞﾗｽﾀ ②ﾀﾞｽﾄｺﾚｸﾀ
摘要	・投射密度は30～150kg/m^{2}の範囲。 ・投射球の材質は鋳鋼で、球径1.18～1.70mm(平均0.0083g/個)を使用。			

② システム構成

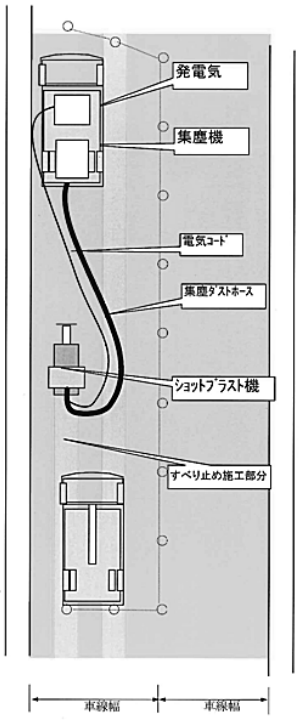


図 - 解付 7.10　機械システム構成の例

図 - 解付 7.11　スチールショットによる表面処理状況

（ケース⑥；投射密度 150kg/m^2）

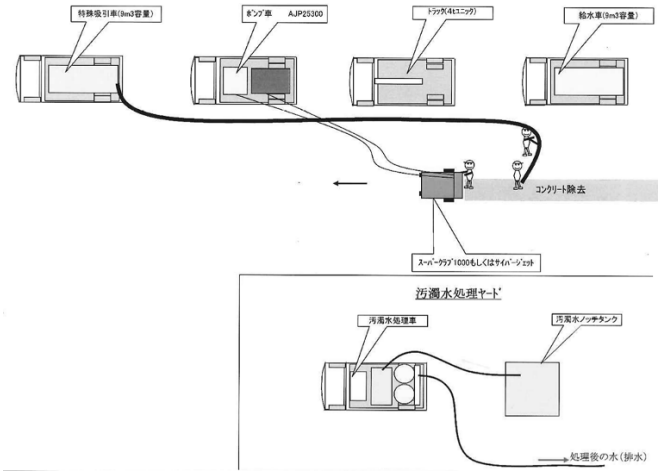
（2）ウォータージェット(WJ)

① 主なメーカとその仕様(NEXCO 総研試験方法「はつり処理性能試験方法 JHS423-1」に合格したはつり装置やオペレータを有する専門会社から選定)

表 - 解付 7.5　主なメーカと機械の種類および仕様

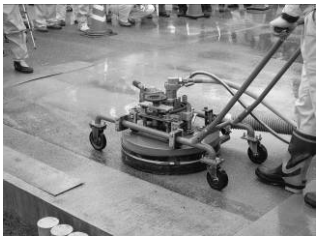
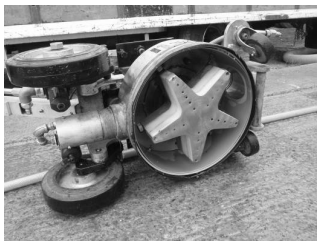
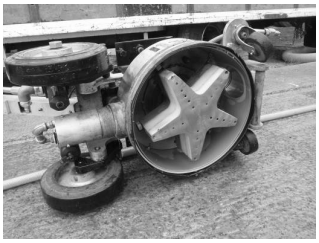
主なメーカと種類		水圧(MPa)	ﾉｽﾞﾙ口数(孔)	ﾉｽﾞﾙ径(mm)	吐出水量(L)	ﾉｽﾞﾙ回転数(rpm)	処理速度(m/min)	ｽﾀﾝﾄﾞｵﾌ(mm)	有効幅(mm)
ケースA（フタミ）	機種① 小型；手押 (回転方式)	200～230	28	0.15～0.35	28	400	6	15	425
ケースB（久野製作所）	機種① 大型；ｸﾛｰﾗ付 (回転方式)	157	20	0	28	－	10	20	－
	機種② 大型；ｸﾛｰﾗ付 (直射方式)	118	29	0	33	－	10	40	－
	機種③ 小型；手押 (回転方式)	157	20	0	28	－	10	20	250
ケースC（日進機工）	機種① 大型；ｸﾛｰﾗ付 (回転方式)	200	8	0	約25	約600	1	約25	1000
	機種② 小型；手押 (回転方式)	200	8	0	約25	約600	1	約25	250

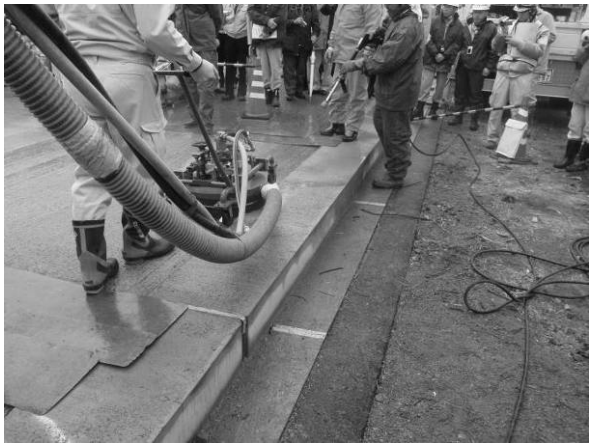
② システム構成



図ー解付 7.12　ウォータージェットの作業配置の例

表 - 解付 7.6　ウォータージェットの外観と研掃状況例

<table>
<tr><td>施工会社</td><td colspan="3">機種・外観</td></tr>
<tr><td rowspan="2">フタミ</td><td colspan="3">機種１：小型　手押し　（噴射方式：回転式）</td></tr>
<tr><td colspan="3">  </td></tr>
<tr><td rowspan="3">久野
製作所</td><td>機種１：大型　ｸﾛｰﾗ付（噴射方式：回転式）</td><td>機種２：大型　ｸﾛｰﾗ付（噴射方式：直射式）</td><td>機種３：小型　手押し（噴射方式：回転式）</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>  </td><td></td><td>  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">日進機工</td><td colspan="2">機種１：大型　ｸﾛｰﾗ付（噴射方式：回転式）</td><td>機種２：小型　手押し（噴射方式：直射式）</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td> </td></tr>
</table>



(a) 表面処理状況（回転式）

(SC-450；フタミ)

(b) 表面処理状況（その 1）

(c) 表面処理状況（その 2）

（有効幅；425mm）

図 - 解付 7.13　表面処理状況（フタミ）

（a）機種Ａ（回転式＋牽引装置）

（ｂ）機種Ｂ（レシプロ式＋牽引装置）

（ｃ）機種Ｃ（回転式）

図 - 解付 7.14　表面処理状況（久野製作所；手押し、クローラ付）

(a) 表面処理状況（回転式）

(TRJ-1000；日進機工)

（b）手押し型による表面処理状況

（c）TRJ-1000 型のノズル配置

図 - 解付 7.15　表面処理状況（日進機工；手押し、クローラ付）

（3）ダイヤモンド刃による研掃

① ダイヤモンド刃による研掃機の種類

ダイヤモンド刃を用いた表面研掃機の適用性については、基本的にはバックホウによる舗装除去後（残存タックコート）の表面仕上げを想定した。また、使用する研掃方法（機種）は防水工の現場で一般的に使用されている表１に示す 3 機種とし、タックコートの除去だけでなく、排水口周りなどの研掃機械で処理できない箇所への適用を想定した。

表 - 解付 7.7　ダイヤモンド刃による研掃機の種類と研掃条件

研掃機の種類	研掃対象条件
① ライナックス	残存タックコートの除去
② ポリッシャ	残存タックコートの除去
③ ディスクサンダ	狭隘な箇所での研掃

② 研掃機の主な仕様

表 - 解付 7.8　研掃機の種類と主な仕様

研掃機の種類	主な仕様	外観	備考
ライナックス (K-30N)	①研掃幅；300mm ②総重量98kg ③外形寸法；長1280×高897×幅415mm		①エンジン式 ②集じん機付 ・出力；1kW ・タンク容量；15L
ポリッシャ CMP140 (岡三機工)	①ポリッシャ用ダイヤカップ SD-70 ②電圧100V、1200W ③重量；37kg ④ブラシ回転数；160rpm		①適用パッドサイズ；380mm
ディスクサンダ (BOSCH)	①Bosch7インチサンダカップ ②電圧100V、1400W ③砥石径；φ180mm ④重量；4.2kg		①集じんカバー付

③ 留意事項

・3 種類共に研掃によって塵埃が発生するため、集じん機が必要となる。

・研掃面は、研掃時の塵埃が付着しており、清掃・除去する必要がある。

・ディスクサンダは高速回転のため、1 箇所に留まると研掃しすぎとなり、段差発生の原因となる。

表 - 解付 7.9　研掃機の刃の形状

研掃機の種類	研掃刃
ライナックス (K-30N)	
ポリッシャ	
ディスク サンダ	

【資料提供；(株) 高速道路総合技術研究所】

［付録８］ 舗装を全層撤去して防水層を設置した工事工程例

１．概要

既設橋の舗装を打ち換えて防水層を撤去しようとするときに問題になるのが、舗装の撤去方法である。施工法によっては、施工時間が長くなり、規制時間に影響を与える。施工計画策定の参考に、施工事例を紹介する。この事例は、本文で薦めている舗装の撤去法で実施されたものである。床版を損傷しないように、事前に舗装厚の調査を行い、設定された床版面より 15mm上まで切削し、残りを掘削機で舗装を撤去したものである。このような方法で防水層を設置した工事の実工程を２事例を紹介する。

２．施工順序

① 交通規制
② 施工箇所マーキング
③ 路面切削
④ 既設舗装撤去
⑤ 床版調査
⑥ 床版補修
⑦ 床版防水層施工
⑧ アスファルト舗装基層施工
⑨ アスファルト舗装表層施工
⑩ 路面表示工施工
⑪ 規制撤去

アスファルト舗装の撤去状況

舗装の撤去完了状況

３．施工方法および施工上の留意点

（1）路面切削工

・ 大型切削機にて床版を傷つけないようにアスファルト舗装を切削する。
・ 既設舗装厚が一定でないため、切削厚を予定既設舗装厚より 15mm 薄く切削を行い、残りの既設舗装版を油圧ショベルと人力を併用して撤去する。

（2）路面清掃

・ ロードスイーパー･人力にて切削廃材が残らないように入念に行なう。
・ 端部及び細部では竹箒で人力清掃を行なう。

（3）打音検査

・ 既設舗装撤去後、打音ハンマーにて打音検査を行なう
・ 異常のある箇所については、スプレーにてマーキングを行なう。

（4）床版補修

・ 打音検査により確認した床版不良箇所を、スーパーケレン及びチッパーで除去し、断面修復材で補修を行う。

（5）床版防水工（シート系防水層）

・ 乾燥状態の確認は高周波水分計を用い、水分量が 10%以下であることを確認する。

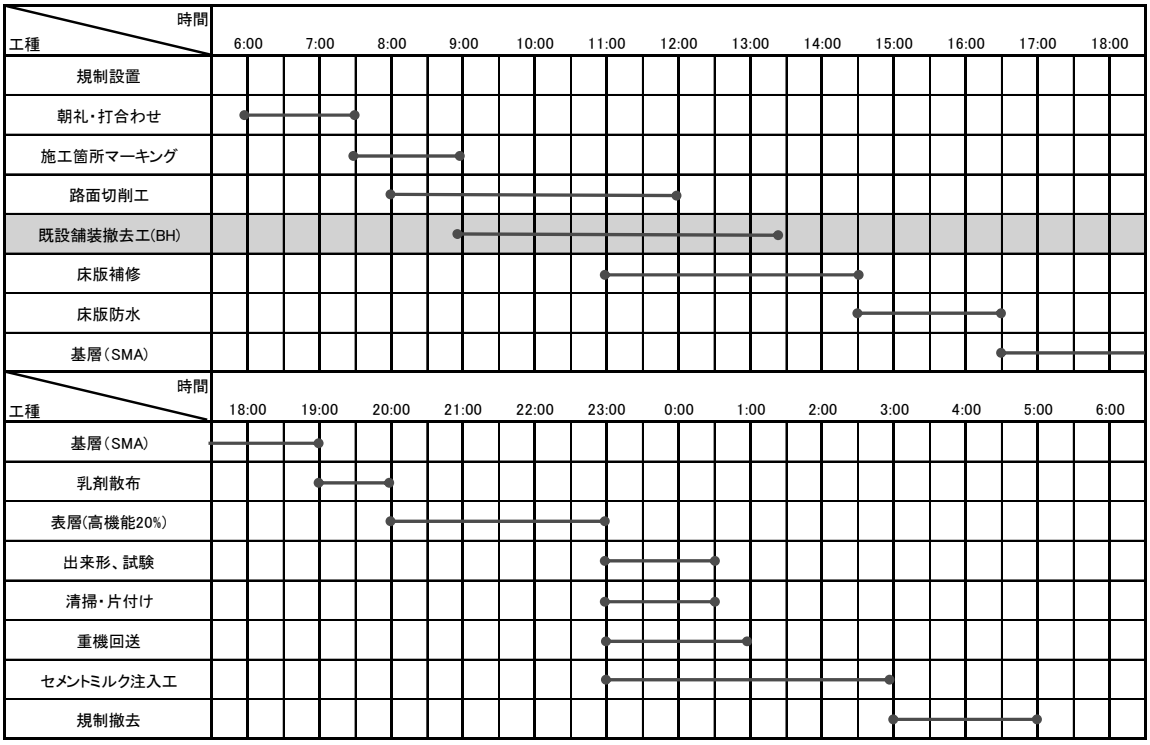
・　床版面清掃後十分に乾燥していることを確認し、部分的に湿っている場合はヒーター等で十分乾燥させる。
・　接着剤をむらのないように塗布し、自然乾燥を行い指触乾燥（指で触れて指が汚れない状態）で確認する。
・　防水シートの貼り付け方向は橋軸方向と低い位置から貼り付け、重ね幅は 10cm 程度とし、エアーポケットを残さないように貼り付ける。

（6）舗装

・基層、表層を所要の性能が発揮できるように施工する。
・　舗装の温度が十分低下するまで養生時間を確保する。

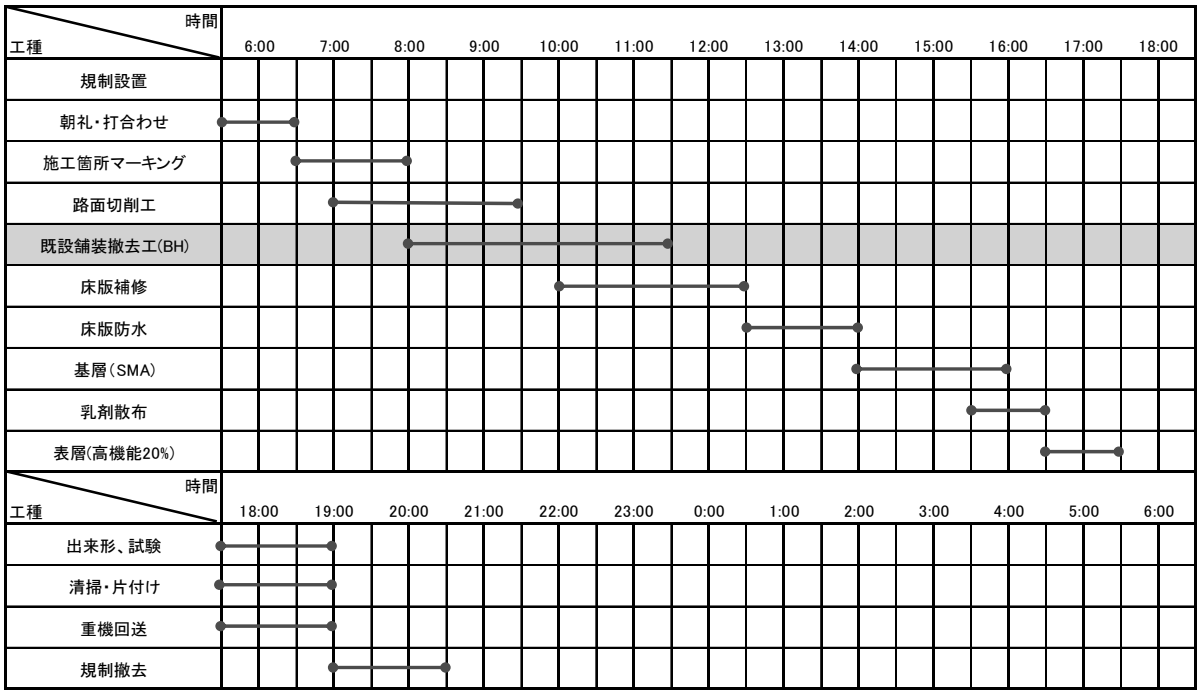
4．A 橋の施工工程

A 橋は、幅員 9m、橋長 94m の橋梁である。施工はジョイントからジョイントまで、幅員を 2 分割するように交通規制して施工した。施工法は上記の方法であり、実際の施工時間を次に示す。



５．B 橋の施工工程

B 橋は、幅員 9m、橋長 77m の橋梁であるが、単純桁が 3 連の橋梁であり、ジョイントが 2 基間に存在し、端部施工に手間が多い工事となっている。施工は、端部のジョイントからジョイントまで、幅員を 2 分割するように交通規制して施工した。施工法は上記の方法であり、実際の施工時間を次に示す。

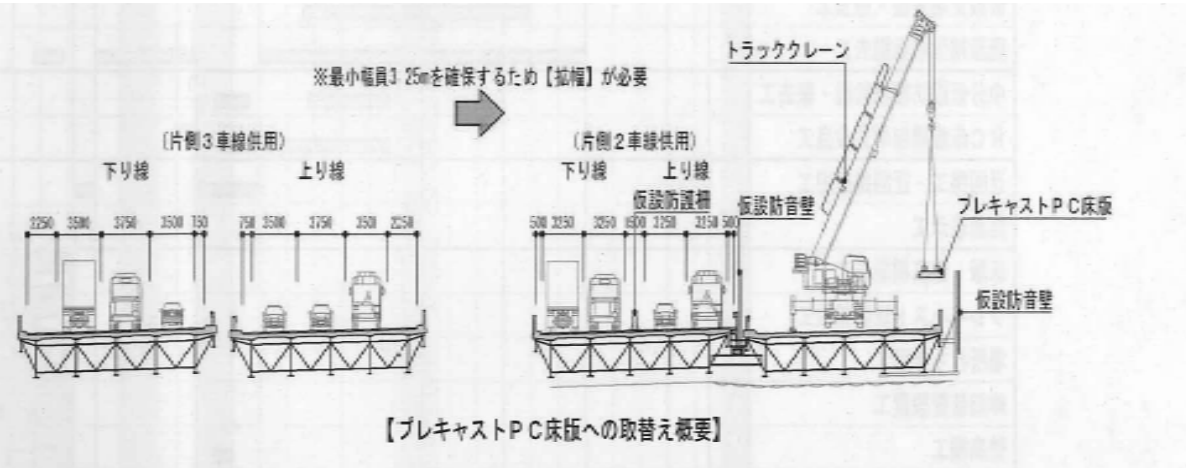


［付録 9］重交通下での床版取替工事の例

橋梁補修工事の必要性やそれを行うための交通規制方法の妥当性は，道路を利用している一般の人には分からないので，工事の必要性や渋滞予測などについて事前の十分な広報が必要である。十分な広報を行わずに渋滞させるような規制を行った場合には，感情的な反発を受ける可能性がある．そのため、道路管理者は、補修工事の必要性や渋滞予測などを説明し、通行者にも協力を呼びかける必要がある。

図-付録 10.1 は、交通量約 10 万台/日の道路で十分広報を行い実施された床版取替工事の例である．

片側 3 車線の橋梁に、車線幅を縮小した上下線（4 車線）設置することで、もう片側を通行止めにして床版を取り替えるという工事が行われた。重交通区間で、長期にわたる大規模な工事ではあったが、大きな問題もなく工事が実施された。



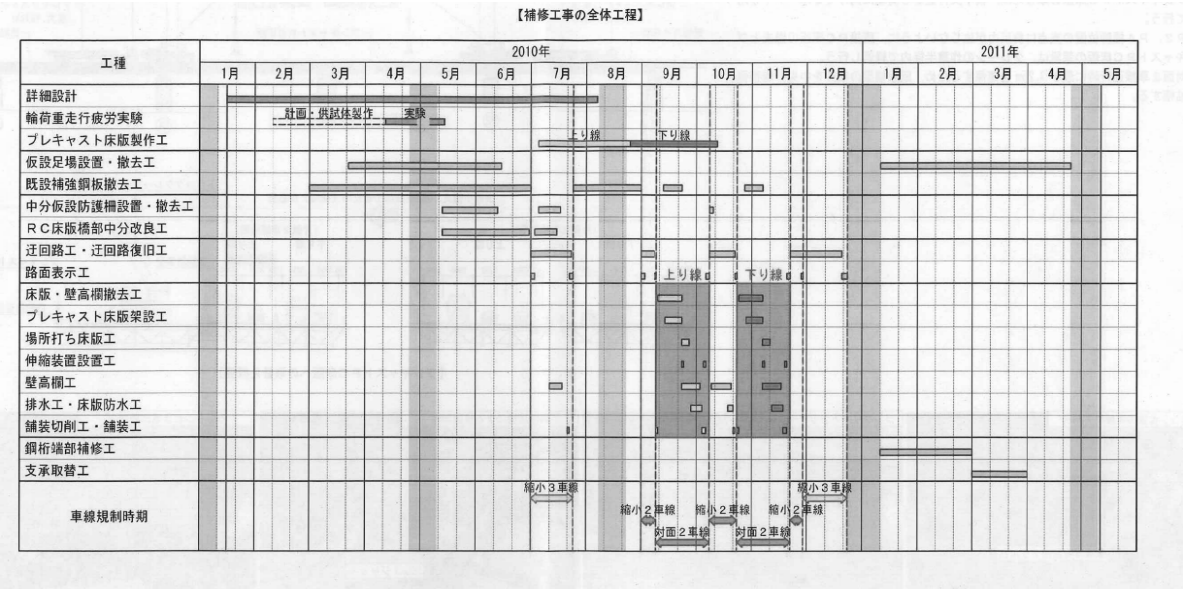


図-付録 10.1　重交通下での床版取替え工事の規制例

道路橋床版防水システムガイドライン（案）

平成24年6月14日印刷　　平成24年6月21日発行

編 集 者　東京都新宿区四谷一丁目（外濠公園内）　土木学会鋼構造委員会
道路橋床版の維持管理評価に関する検討小委員会
委員長 大田孝二

発 行 者　東京都新宿区四谷一丁目（外濠公園内）　土木学会 大西博文

発 行 所　東京都新宿区四谷一丁目（外濠公園内）　公益社団法人 土木学会

〒160-0004 / 電話(03)3355-3441 番(代表)

ISBN 978-4-8106-0783-3