

2016年制定 トンネル標準示方書
[シールド工法編] ・ 同解説

第3編 シールド

第3 (シールド) 分科会

「第3編シールド」の主な改正内容

- シールド工事に馴染の薄い技術者にも配慮し、基本的な事項についても説明を記述した。
- 特殊シールドの条文に「支障物切削シールド」及び「回収シールド」を追加した。また、巻末資料の特殊シールドについて内容の見直しを行った。
- セグメントの損傷やKセグメントの抜け出し等に対する注意喚起について追記した。（国交省安全協議会中間とりまとめ）
- シールドの保守管理に関しては、施工に関する事柄であることから第4編（施工）に移した。

「第3編シールド」の主な改正内容(続き)

- ・構成の見直し

 - 「シールドの計画」を第1編(総論)から移す

 - 「シールドの保守管理」を第4編(施工)へ移す

- ・用語の見直し

 - 「荷重」⇒「作用」、 「シールド」⇒「シールド本体」 など

- ・説明を追記(用語、理由)

 - 【例】テールスキンプレート厚さは～、**テールボイドを極力小さくするために薄いほうが望ましい**

第1章 総則

1.1 適用の範囲

【解説】

- ・ 最近実績が増えている地中接合，掘進組立同時施工，支障物切削シールド，回収シールド，大断面，長距離のシールドトンネルについても適用性を検討のうえ，各条項の準用を認めることとした。

第1章 総則

1.2 名称

【本文】

- ・用語の見直し「シールド**鋼殻**」⇒「シールド**本体**」
- ・シールド本体の定義
シールド外部からの作用や地下水の流入等に対して、掘削機能、**推進機能**、**セグメント組立て機能**等を有する**装置群とその作業空間**を保護する部分をいう。

第1章 総則

1.2 名称（続き）

【本文】

(13) **カッタ駆動部**,

(19) **スクリーコンベヤー**,

(20) **送泥管, 排泥管**

を追加

第1章 総則

1.3 シールドの計画

【解説】

- ・シールド形式の選定，シールドの特徴と適用土質に関する記述を **第1編(総論)より移設**。
- ・図3.1.2「形式選定フロー図例」，表3.1.1「シールド形式と土質」を **第1編(総則)より移設**。

第2章 設計の基本

2.1 作用

【本文】

- ・ 示方書全体の用語の統一を図るため
「荷重」 ⇒ 「**作用**」に変更

第2章 設計の基本

2.2 構造設計

【解説】

- ・ テール部は、**数値解析を実施することが望ましい**ことを追記.
- ・ 土砂との摩擦等に配慮する部材にカッタヘッド、隔壁に加え**スキンプレート**を追加.

第2章 設計の基本

2.3 シールドの質量

- ・ 特に変更なし

第3章 シールド本体

3.1 シールド**本体**の構成

【本文】

シールド ⇒ **シールド本体**（用語の見直し）

（第3章の名称は元から「シールド本体」で変わらず）

【解説】

- ・ シールドは、**地山を切削するカッターヘッドとシールド本体**からなる（シールド本体の定義と整合性）
- ・ マンロック、マテリアルロック設置時の**スペースの検討**の必要性を追記

第3章 シールド本体

3.2 シールドの外径

【解説】

- ・ テールクリアランスはシールドの方向転換やセグメントを組み立てるための余裕と定義
- ・ テールプレート厚さはテールボイドの一部となるが地山の性状や施工条件によっては地表面沈下等に影響する
- ・ $\text{COS } \beta$ の計算式を追記
$$\text{COS } \beta = (R - D_0 / 2 - \delta) / (R - D_0 / 2)$$

第3章 シールド本体

3.2 シールドの外径(続き)

【解説】

- ・ 急曲線部のクリアランス確保のためにセグメント幅を短縮する方法を追記
- ・ 図3.3.4「テールシール保護部材及びセグメントガイドの設置例」を追記

第3章 シールド本体

3.3 シールドの長さ

特に変更なし

第3章 シールド本体

3.4 フード部

【解説】

- ・ フードの構造を決めるにあたり、**泥水式シールドの場合は泥水の流れを阻害しないように考慮することが重要である** を追記

第3章 シールド本体

3.5 ガーター一部

特に変更なし.

第3章 シールド本体

3.6 テール部

【本文】

- ・ テール部の長さは、セグメント幅や**テールシール取付け長さ等**をもとに決めなければならない(赤字を追記)

【解説】

- ・ **軸方向セグメントのKセグメント挿入代が不足すると、一次覆工の品質低下原因**となることを追記

第3章 シールド本体

3.6 テール部(続き)

【解説】

- ・ テール内セグメントかかり代は実績やバランス等も考慮して決定する必要がある。極端に短い場合、**Kセグメントの抜け出しや脱落**の原因。極端に長い場合、シールド本体長さが長いことによる種々の影響。

(国交省安全協議会中間とりまとめ内容反映)

第3章 シールド本体

3.6 テール部(続き)

【解説】

- ・ テールスキンプレート厚さは**必要となる強度を確保するとともに有害な変形が生じない範囲で、テールボイドを極力小さくするために薄いほうが望ましい**

第3章 シールド本体

3.7 テールシール

【解説】

- ・「テールシールは、施工中に作用する裏込め注入圧や地下水圧、泥水圧等に対し、十分な耐圧性を有しなければならない。また、掘進延長、計画線形などを考慮し、耐久性についてもできる限り向上させる必要性がある」ことを記載
- ・解説の冒頭で基本的な考え方を示した。

(国交省安全協議会中間とりまとめ内容反映)

第3章 シールド本体

3.7 テールシール（続き）

【解説】

- ・ ブラシ式テールシールは**充填剤を充填することで止水性を発揮すること**、発進前にグリースの塗布を入念に行う必要があること、施工中のグリースの充填方法について記載
- ・ ブラシ内の充填剤にウレタン樹脂等を用いることもあることを追記

第3章 シールド本体

3.7 テールシール（続き）

【解説】

- ・ **河川下や海底下**を掘削する場合，耐圧性，耐久性について検討すること，装備段数を増やす場合シールド本体長さ増大の影響を検討すること，海底下では防錆対策を実施することがあることを記載

(国交省安全協議会中間とりまとめ内容反映)

- ・ 曲線施工におけるテールシール劣化について記載

第4章 掘削機構

4.1 掘削機構の選定

【解説】

- ・「カッタースリット」⇒「**カッターヘッドの開口**」

4.5カッターヘッドの開口と整合性を取った

第4章 掘削機構

4.2 カッターヘッドの形式

【解説】

- ・ 構造 フレーム型を削除
- ・ 形状 カッターヘッドの形状について説明文を追記

第4章 掘削機構

4.3 カッタヘッドの支持方式

【解説】

- ・ 各支持方式の特徴に加え、**構造の説明文**を追記

第4章 掘削機構

4.4 カッター装備能力

【解説】

- ・ カッター回転速度はカッターヘッドの最外周速度を基準として設定するのが一般的であるとし、計算式を最外周速度を求める式に変形

$$N[\text{rpm}] = \text{計算式} \quad \Rightarrow \quad V[\text{m/min}] = \text{計算式}$$

- ・ 切り込み深さの説明を追記
- ・ カッター駆動方式に関する記述を4.7カッター駆動部に移設

第4章 掘削機構

4.5 カッターヘッドの開口

【解説】

- ・フレーム型を削除

第4章 掘削機構

4.6 カッタービット

【本文】

- ・カッタービットの種類，形状，材質，角度を決める条件に「**掘進距離**」を追記

【解説】

- ・先行ビットの役割に「**地盤の先行掘削**」を追記
- ・シェルビットの説明文を削除（先行ビットに集約）。

第4章 掘削機構

4.6 カッタービット（続き）

【解説】

- ・ **フィッシュテール**の説明文を追記
- ・ 礫層に対するカッタービットの取付け方法の注意点を追記（カッタービット自体の脱落防止）
- ・ JIS M 3916は抹消．旧JIS規格と表記
- ・ **カッタービットパス数は内周に比べ外周を増やす必要性**について追記

第4章 掘削機構

4.6 カッタービット（続き）

【解説】

- ・摩耗量の計算式にビットの摺動距離 λ を追記

$$\delta = K \times \text{式} \quad \Rightarrow \quad \delta = K \cdot \lambda = K \times \text{式}$$

- ・摩耗対策の説明文を追記（ビット高低差配置の理由）

第4章 掘削機構

4.7 カッター駆動部

【解説】

- ・用語 土砂シール ⇒ **駆動部土砂シール**
- ・カッター駆動モーターの説明を追記
(4.4 カッター駆動能力から移設)
- ・シール冷却が必要な事例を追記
(回転速度が高速、対象物の圧力が高い)

第4章 掘削機構

4.8 余掘り装置

【解説】

- ・ 余掘り装置の機能を追記
(シールドの曲線施工や方向修正に必要となる余掘りを行う)
- ・ 硬質地盤等では掘削抵抗が大きくなる場合があることを追記

第5章 推進機構

5.1 装備推力

【本文】

- ・総推力 ⇒ 装備推力

【解説】

- ・**装備推力=総推力 × 安全率**の式を追記

$$F = F_n \times \text{安全率}$$

- ・計算式中の変数の定義と統一 I_p, W, q_2

第5章 推進機構

5.2 シールドジャッキの選定と配置

【解説】

- ・ **ジャッキとスプレッダーの偏心による座屈の安全性確認を追記**（国交省安全協議会中間とりまとめ内容反映）
- ・ 特に幅広場合（セグメントジャッキロッドが長い）
- ・ **中折れ装置を装備する場合に大きくなるスプレッダーの偏心量に対する配慮を記載**

第5章 推進機構

5.2 シールドジャッキの選定と配置（続き）

【解説】

- ・ スプレッダーの大きさ、ライニングに関する記載削除

第5章 推進機構

5.3 シールドジャッキのストローク

特に変更なし

第5章 推進機構

5.4 シールドジャッキの作動速度

特に変更なし

第6章 セグメント組立機構

6.1 エレクターの選定

【解説】

- ・ エレクターの搭載位置として後続台車が記載されていたことを抹消
- ・ 把持装置に**機械式**と**バキューム式**を追記
(図も追加)

第6章 セグメント組立機構

6.2 エレクターの能力

【解説】

- ・ **押し込み力**を組立位置に押し込んだり，半径方向挿入型のKセグメントを挿入する能力と定義
- ・ 押し込み力をセグメント1リング分の重量以上としていた記載を抹消

第6章 セグメント組立機構

6.3 セグメント組立補助機構

【解説】

- ・ 形状保持装置の設置の要否，検討に当たっては**締結力を有さないセグメント継手**の場合の配慮の必要性について記載（国交省安全協議会中間とりまとめ内容反映）
- ・ セグメント押上げ装置の目的として**自重によるBセグメントの垂れの持ち上げ**を追記
- ・ エアバック式の形状保持装置を追記

第7章 油圧、電気、制御

7.1 油 圧

【解説】4)

- 消防法の適用を受けるタンクの指定容量を記載

第7章 油圧、電気、制御

7.2 電気機器

【解説】 2)

- 出水の際の電気機器の配置、防滴・防水性確保の追記

第7章 油圧、電気、制御

7.3 制 御

【解説】 1) 4)

- センサーの追加（表3.7.1）
- 隔壁に設置する土水圧計に関する注意点を追記

第8章 付属機構

8.1 姿勢制御装置

【解説】 1) 2)

- 姿勢制御装置の考慮点は、選定の留意点を先に、設計上の留意点を後に順序とした
- 「**装備**しなければならない」を「**検討**しなければならない」に変更
- 姿勢制御装置として、「**中折れ装置**」を「余堀り装置」の後に追加
- ローリング修正ジャッキが適用される場合の条件を追加(図も修正)

第8章 付属機構

8.2 中折れ装置

【解説】 2) 3)

- 中折れ装置装備の目的として**姿勢制御**を追加
- 中折れ方式および中折れ機構の**急曲進施工**で採用される形式とその理由を追加

第8章 付属機構

8.3 姿勢計測装置

【解説】

- テールクリアランス計測装置について記載

第8章 付属機構

8.4 同時裏込め注入装置

【解説】

- 同時裏込め注入方法および同時裏込め注入装置の定義を明確に記載（セグメントからの注入を除外）
- 即時注入との差を記載するため、スキンプレートへの埋め込み式を意識した記述とした

第8章 付属機構

8.5 後続台車

【解説】

- 台車形状の選定条件にある「シールド外径」を「セグメントリング内径」に訂正

第8章 付属機構

8.6 潤滑装置

【本文】 【解説】

- 潤滑を施す箇所のうち「カッター軸受シール」を「**カッター駆動部土砂シール**」に訂正

第9章 土圧式シールド

9.1 土圧式シールドの計画

【解説】

- 解説文の流れや本条文以降の条文の並び等を考慮し、解説文の項目を入替え

第9章 土圧式シールド

9.2 土圧式シールドの構造

【解説】

- カッターヘッド形式について、「面板」を「面板形」に修正
- カッタートルクに関する記述において、「**面板形**」の場合について考慮事項を記載。
- 隔壁に関する記述において、「泥土圧と切羽水圧」を「**土水圧**」に修正

第9章 土圧式シールド

9.3 切羽安定機構

【本文】

- 排土量の調整について、「**シールドの掘進速度に応じた**」と追記

【解説】

- 添加材との混練に関して、説明文を追加

第9章 土圧式シールド

9.4 添加剤注入機構

【解説】

- 注入口について、「土砂の逆流防止をできる構造とする」を追記

第9章 土圧式シールド

9.5 混練機構

【本文】

「必要に応じて注入した(添加剤)」を削除

【解説】

- 混練機構の目的として、チャンバー内の「**塑性流動化を図れるように**」を追記
- 「**カッター回転速度**」を「**中央部のカッター周速度**」に修正
- 「**独立駆動攪拌翼**」を「**中央アジテーター**」に修正

第9章 土圧式シールド

9.6 排土機構

【解説】

- スクリューコンベヤーの形式を追記し、解説図も追加
- 二次的な排土機構の適用条件について、詳細を追記
- スクリューコンベヤーの取付位置、取付角度などの留意点を追記
- 緊急遮断装置について具体的に追記

第10章 泥水式シールド

10.1 泥水式シールドの計画

特になし(参照先の番号を修正)

第10章 泥水式シールド

10.2 泥水式シールドの構造

【解説】

- 箇条書きの項目から「アジテーター」を廃し、「**攪拌装置**」に変更
- アジテーターよりも**攪拌翼**が一般的であることを記述

第10章 泥水式シールド

10.3 切羽安定機構

【解説】

- 泥水圧の変動要因から、「裏込注入圧の切羽への伝達」を削除
- 切羽の安定を判断するための計測の前提条件として「**チャンバー内圧力管理**」を追記

第10章 泥水式シールド

10.4 送排泥機構

【本文】

「シールド」 ⇒ 「シールド本体」（用語の見直し）

【解説】

- 流体輸送の記述に限定する為、記述を一部削除(チャンバー内の攪拌に関する記述等)
- 「スラリーポンプ」を「**排泥ポンプ**」に語句を統一
- 緊急圧抜き弁について、「装備することが多い」から「**装備することもある**」に修正

第11章 特殊シールド

11.1 特殊シールド

【本文】 【解説】

- 「**支障物切削シールド**」「**回収シールド**」を追加

【解説】

- (4)掘進組立て同時施工シールドのロングジャッキ方式においてシールド機長を短くする方法を追記
- (6)場所打ちライニングシールドにNATMの設計思想を取入れた新工法を追記
- (8)分岐シールドの「**横方向分岐**」「**上向き方向分岐**」「**連結分岐**」に分けて詳細に追記

第12章 シールドの製作、組立および検査

12.1 製作

【解説】

- 主要設計図書から「配管」を削除、「本体強度」を「**テールプレート強度**」に変更
- 関連法規および規格に「**電気設備技術基準**」「**電気機械器具防爆構造規格**」を追加
- 「日本電気規格調査会規格」を「**電気規格調査会調査会規格**」に変更
- 「日本油圧工業会規格」を「**フルードパワー工業会規格**」に変更
- **防爆仕様**についての文書を追記

第12章 シールドの製作、組立および検査

12.2 組立ておよび輸送

【本文】

- 輸送について、工場から現地までの調査項目の詳細を追記
- 「**保管**」についての項目を追加

【解説】

- 現地組立てについて、事前に考慮すべき**施工条件**と**安全確保のための検討事項**を記載

第12章 シールドの製作、組立および検査

12.3 検査

【解説】

- 「4)外観検査」の解説を追記
- 「6)無負荷作動試験」について、エレクターについては**最大ピースの実質量**により把持、旋回、インテンディング操作を実施する必要があることを追記

資料3 特殊シールド

- 特殊シールド工法として「**支障物切削シールド**」と「**回収シールド**」を追加
- 使用実績の期間を
1994年1月～2006年3月までの実績から
1994年1月～**2015年3月まで**の実績に変更

資料3 特殊シールド(続き)

3-1 特殊断面シールド工法

- 複円形シールドの実績に、「**横2連並列円形 地中分岐後単円**」を追加
- 付表3.2 のタイトルを「矩形シールド」から「**非円形シールド**」に変更
- 非円形シールド実績のシールド形状として「**複合円形方式**」「**オーバーカット方式**」「**ドラムカッター方式**」を追加

資料3 特殊シールド(続き)

3- 2 地中接合シールド工法

3- 3 親子シールド工法

3- 4 掘削組立同時施工シールド工法

3- 5 直角連続掘進シールド工法

3- 6 場所打ちライニングシールド工法

3-11 開放型シールド工法

- 2015年3月までの実績を追加、記載する案件を見直し

3- 7 部分拡径シールド工法

- 変更なし

資料3 特殊シールド(続き)

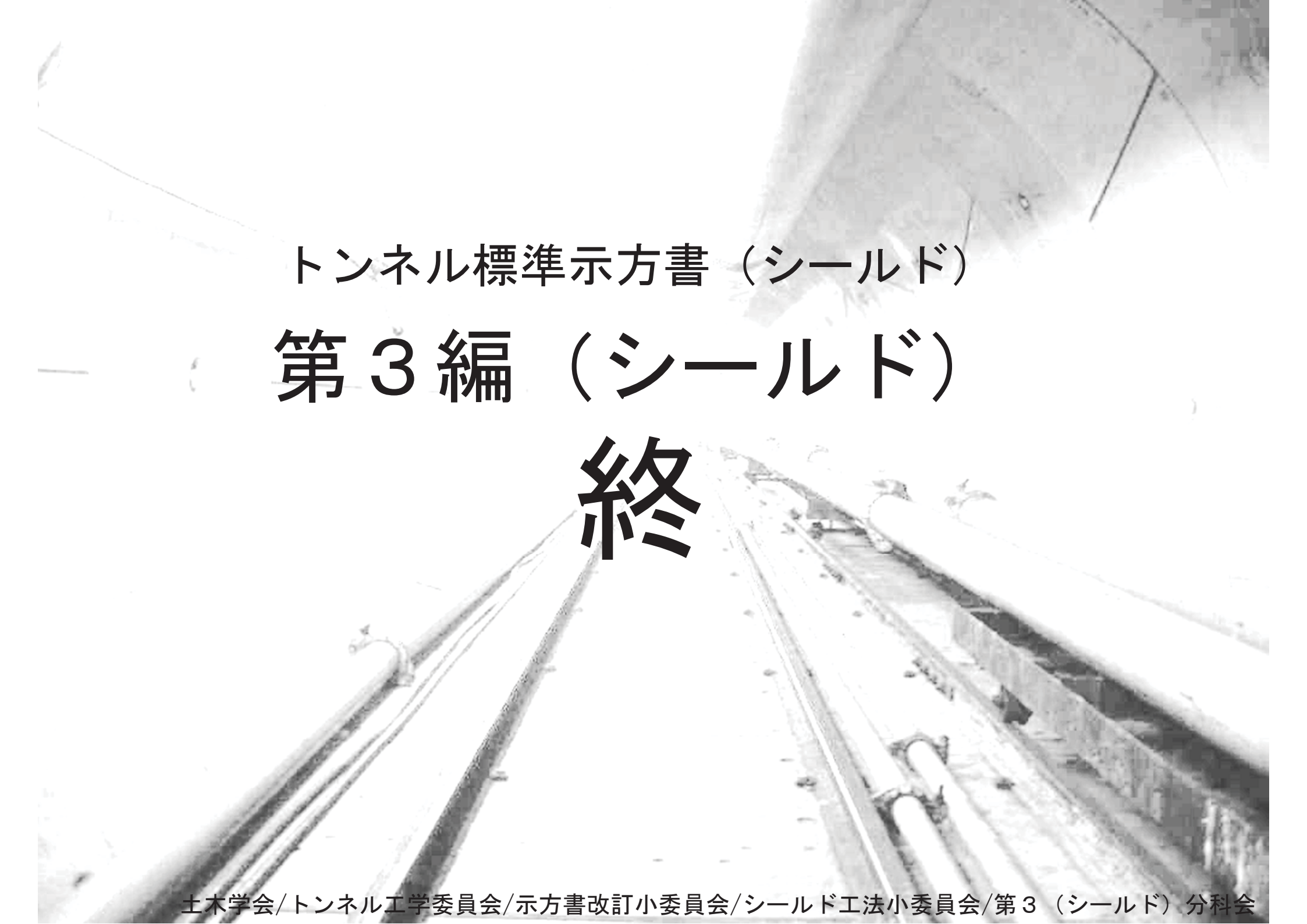
3-8 分岐シールド工法

- 2015年3月までの実績を追加、記載する案件を見直し
- 「**上向き方向分岐シールド**」「**連結分岐シールド**」を追加

3- 9 支障物切削シールド工法

3-10 回収シールド工法

- **全面新規追加**



トンネル標準示方書（シールド）
第3編（シールド）
終