

2016年制定

トンネル標準示方書 [開削工法編] ・ 同解説

改訂要旨説明講習会

「第2編 トンネルの設計」について

土木学会 トンネル工学委員会
トンネル標準示方書改訂小委員会
開削小委員会
トンネルの設計分科会

説明内容

1. 主な改訂内容
2. 目次構成
3. 各章の要旨

1. 主な改訂内容

主な改訂内容

主な改訂内容①


土木学会コンクリート標準示方書（2012年版）に合わせた性能照査型設計法に移行し，本体構造物の設計体系の再編成を行った。

	平成8年版 (前々回)	2006年版 (前回)	2016年版 (今回)
設計法	仕様規定型	性能照査型	性能照査型
設計方法	許容応力度法	限界状態法	限界状態法

主な改訂内容

主な改訂内容②


要求性能としては、コンクリート標準示方書（2012年版）と同様に、**安全性**、**使用性**、**復旧性**および**耐久性**を設定することとした。

	2006年版（前回）	2016年版（今回）
<u>要求性能</u>	<ul style="list-style-type: none">▪ 安全性▪ 使用性▪ 耐久性	 <ul style="list-style-type: none">▪ 安全性▪ 使用性▪ 復旧性▪ 耐久性

主な改訂内容

主な改訂内容③

安全性の照査では、断面破壊や疲労破壊の耐荷力に対する照査，変位，変形等の安定に対する照査，機能上の安全に対する照査を行うこととした。

	2006年版（前回）	2016年版（今回）
安全性の照査	<ul style="list-style-type: none">▪ 断面破壊▪ 安定▪ 疲労	 <ul style="list-style-type: none">▪ 耐荷力 （断面破壊、疲労破壊）▪ 安定▪ 機能上の安全

主な改訂内容

主な改訂内容④

コンクリート構造物のひびわれに関して、コンクリート標準示方書（2012年版）と同様に、鉄筋腐食に対するひびわれ幅の照査は耐久性に、また、外観上のひびわれ幅の照査は使用性に位置付けることとした。

	2006年版（前回）		2016年版（今回）
鉄筋腐食に対するひびわれ幅	使用性	➡	耐久性
外観上のひびわれ幅	使用性	➡	使用性

主な改訂内容

主な改訂内容⑤

耐震性に関する性能照査は、地震の影響による偶発作用に対する安全性、使用性、復旧性の観点から総合的に考慮する必要があるため、他の要求性能と別に章立てることとし、地下構造物の耐震性能照査と地震対策ガイドライン(案) (2011年版) との整合を図った。

主な改訂内容⑥

立坑の設計は、シールド工事用立坑の設計 (トンネルライブラリー第27号 2015年) との整合を図った。

2. 目次構成

目次構成（第1章）

2006年版（前回）	2016年版（今回）
第1章 総 則	第1章 総 則
第21条 設計の目的	1.1 設計の基本
第22条 設計図書	1.2 設計図書

条立ての廃止

目次構成（第2章）

2006年版（前回）

第2章 設計の基本

- 第23条 一般
- 第24条 設計耐用期間
- 第25条 性能照査の原則
- 第26条 性能照査で
考慮する限界状態
- 第27条 安全係数
- 第28条 修正係数

統合

2016年版（今回）

第2章 設計の基本

- 2.1 一般
- 2.2 要求性能
- 2.3 性能照査の原則
- 2.4 安全係数
- 2.5 修正係数

再編

目次構成（第3章）

2006年版（前回）	2016年版（今回）
第3章 荷重	第3章 作用
第29条 一般	3.1 一般
第30条 荷重の特性値	3.2 作用の特性値
第31条 荷重係数	3.3 作用係数
第32条 荷重の種類と分類	3.4 作用の種類と特性値の算定
第33条 自重	3.4.1 作用の種類
第34条 地表面上の荷重	3.4.2 自重
第35条 土被り荷重	3.4.3 地表面上の荷重
第36条 土圧および水圧または側圧	3.4.4 土被り荷重
第37条 揚圧力	3.4.5 土圧および水圧または側圧
第38条 トンネル内部の荷重	3.4.6 揚圧力
第39条 温度変化の影響 および乾燥収縮の影響	3.4.7 トンネル内部の荷重
第40条 施工時荷重	3.4.8 施工時荷重
第41条 地盤変位の影響	3.4.9 温度変化の影響 および乾燥収縮の影響
第42条 その他の荷重	3.4.10 地盤変位の影響
第43条 設計荷重の組み合わせ	3.4.11 その他の作用
	3.5 設計作用の組み合わせ

章名の変更

階層化

目次構成（第4章）

2006年版（前回）	2016年版（今回）
第4章 材料および設計用値 第44条 一般 第45条 コンクリートの設計用値 第46条 鋼材の設計用値	第4章 材料および設計用値 4.1 一般 4.2 コンクリートの設計用値 4.3 鋼材の設計用値

目次構成の変更なし

目次構成（第5章）

2006年版（前回）

章名の変更

2016年版（今回）

第5章 解析モデルおよび応答値の算定

第47条 構造解析モデル

第48条 部材特性のモデル化

第49条 地盤のモデル化

第50条 応答値の算定

第5章 応答値の算定

5.1 一般

5.2 構造解析モデル

5.3 性能照査の原則

5.4 地盤のモデル化

5.5 応答値の算定

新設

表現の修正

目次構成（第6章）

2006年版（前回）	2016年版（今回）
<p>第6章 安全性の照査</p> <p>第51条 一般</p> <p>第52条 曲げモーメントおよび 軸方向力に対する安全性の検討</p> <p>第53条 せん断力に対する 安全性の検討</p> <p>第54条 ねじりに対する 安全性の検討</p> <p>第55条 疲労に対する安全性の検討</p> <p>第56条 躯体の安定に対する検討</p>	<p>6章 安全性に関する照査</p> <p>6.1 一般</p> <p>6.2 断面破壊に対する照査</p> <p>6.2.1 照査の方法</p> <p>6.2.2 曲げモーメントおよび 軸方向力に対する安全性 の照査</p> <p>6.2.3 せん断力に対する 安全性の照査</p> <p>6.2.4 ねじりに対する 安全性の照査</p> <p>6.3 疲労に対する安全性の照査</p> <p>6.4 躯体の安定に対する照査</p>

照査式を解説から
条文へ格上げ

階層化

目次構成（第7章）

2006年版（前回）

- 第7章 使用性の照査
 - 第57条 一般
 - 第58条 応力度の算定
 - 第59条 応力度の制限
 - 第60条 ひびわれに対する検討
 - 第61条 変位および変形
に対する検討
 - 第62条 振動に対する検討

外観上のひびわれ幅の照査は使用性
鉄筋腐食に対するひびわれ幅の照査
は耐久性へ移行

2016年版（今回）

- 第7章 使用性に関する照査
 - 7.1 一般
 - 7.2 応力度の算定
 - 7.3 応力度の制限
 - 7.4 外観に対する照査
 - 7.4.1 照査指標
 - 7.4.2 外観に対するひびわれ
幅の制限値
 - 7.5 変位および変形
に対する検討
 - 7.6 振動に対する検討
 - 7.7 水密性に対する照査
 - 7.8 耐火性に対する照査

新設

目次構成（第8章）

2006年版（前回）	2016年版（今回）
第8章 耐久性の照査	第8章 耐久性に関する照査
第63条 一般	8.1 一般
第64条 鋼材腐食に対する検討	8.2 鋼材腐食に対する照査
第65条 コンクリートの劣化 に対する検討	8.3 コンクリートの劣化 に対する照査

目次構成の変更なし

目次構成（第9章）

2006年版（前回）

2016年版（今回）

第9章 耐震に関する検討

第1節 耐震設計の基本

第66条 開削トンネルの耐震設計の基本

第67条 設計で想定する地震動

第68条 構造物の耐震性能

第69条 開削トンネルの耐震構造計画

第70条 耐震設計手順

第2節 地震荷重

第71条 考慮すべき荷重

第72条 設計地震動

第3節 応答値の算定および解析モデル

第73条 一般

第74条 横断方向の応答値の算定

第75条 縦断方向の応答値の算定

第76条 地盤およびトンネルのモデル化

第4節 耐震性能の照査

第77条 一般

第78条 部材の損傷に対する照査

第79条 安全係数

第80条 限界値の算定

第81条 安定性の照査

表現の修正

表現の修正

表現の修正

第9章 耐震に関する照査

9.1 耐震性照査の基本

9.1.1 一般

9.1.2 照査に用いる地震動

9.1.3 構造物の耐震性能

9.1.4 開削トンネルの耐震構造計画

9.1.5 耐震設計手順

9.2 耐震設計で考慮する作用

9.2.1 考慮すべき作用

9.2.2 設計地震動

9.3 応答値の算定および解析モデル

9.3.1 一般

9.3.2 横断方向の応答値の算定

9.3.3 縦断方向の応答値の算定

9.3.4 地盤およびトンネルのモデル化

9.4 耐震性能の照査

9.4.1 一般

9.4.2 部材の損傷に対する照査

9.4.3 安全係数

9.4.4 限界値の算定

9.4.5 安定に関する安全性の照査

目次構成（第10章）

2006年版（前回）	2016年版（今回）
第10章 部材の設計	第10章 部材の設計
第82条 はり	10.1 はり
第83条 柱	10.2 柱
第84条 スラブ	10.3 スラブ
第85条 壁	10.4 壁
第86条 アーチ	10.5 アーチ
第87条 プレキャストコンクリート	10.6 プレキャストコンクリート

目次構成の変更なし

目次構成（第11章）

2006年版（前回）	2016年版（今回）
第11章 構造細目	第11章 構造細目
第1節 トンネルの構造細目	11.1 トンネルの構造細目
第88条 トンネル躯体の構造細目	11.1.1 トンネル躯体の構造細目
第89条 トンネルの継手の構造細目	11.1.2 トンネルの継手の構造細目
第2節 部材の一般構造細目	11.2 部材の一般構造細目
第90条 一般構造細目	11.2.1 一般構造細目
第91条 各部材の構造細目	11.2.2 各部材の構造細目
第3節 耐震に関する構造細目	11.3 耐震に関する構造細目
第92条 一般	11.3.1 一般
第93条 軸方向鉄筋	11.3.2 軸方向鉄筋
第94条 横方向鉄筋	11.3.3 横方向鉄筋
第95条 部材接合部	11.3.4 部材接合部
第96条 面内せん断力を受ける部材	11.3.5 面内せん断力を受ける部材
第97条 鉄骨鉄筋コンクリート	11.3.6 鉄骨鉄筋コンクリート
第98条 実験による照査	11.3.7 実験による照査

目次構成の変更なし

目次構成（第12章）

2006年版（前回）

第12章 地下連続壁を本体利用する場合の設計

第1節 計画および設計一般

第99条 一般

第100条 構造形式の選定

第101条 荷重

第2節 鉄筋コンクリート地下連続壁の設計

第102条 構造解析

第103条 終局限界状態に関する検討

第104条 使用限界状態に関する検討

第105条 床版と側壁との結合部の設計

第106条 構造細目

第3節 鋼製地下連続壁の設計

第107条 構造解析

第108条 終局限界状態に関する検討

第109条 使用限界状態に関する検討

第110条 床版と側壁との結合部の設計

第111条 構造細目

2016年版（今回）

第12章 地下連続壁を本体利用する場合の設計

12.1 計画および設計一般

12.1.1 一般

12.1.2 構造形式の選定

12.1.3 作用

12.2 鉄筋コンクリート地下連続壁の設計

12.2.1 構造解析

12.2.2 安全性の照査

12.2.3 使用性の照査

12.2.4 床版と側壁との結合部の検討

12.2.5 構造細目

12.3 鋼製地下連続壁の設計

12.3.1 構造解析

12.3.2 安全性の照査

12.3.3 使用性の照査

12.3.4 床版と側壁との結合部の検討

12.3.5 構造細目

用語の修正

用語の修正

目次構成（第13章）

2006年版（前回）	2016年版（今回）
<p>第13章 立坑の設計</p> <p>第112条 一般</p> <p>第113条 荷重</p> <p>第114条 構造解析</p> <p>第115条 構造細目</p>	<p>第13章 立坑</p> <p>13.1 一般</p> <p>13.2 作用</p> <p>13.3 応答値の算定</p> <p>13.4 構造細目</p>

章名の変更

用語の修正

3. 各編の要旨

各章の要旨（第1章 総則）

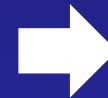
第1章 総 則

各章の要旨（第1章 総則）

1.1 設計の基本 …P25

2006年版
第1章 総則
第21条 設計の目的

第2章 設計の基本
第23条 一般



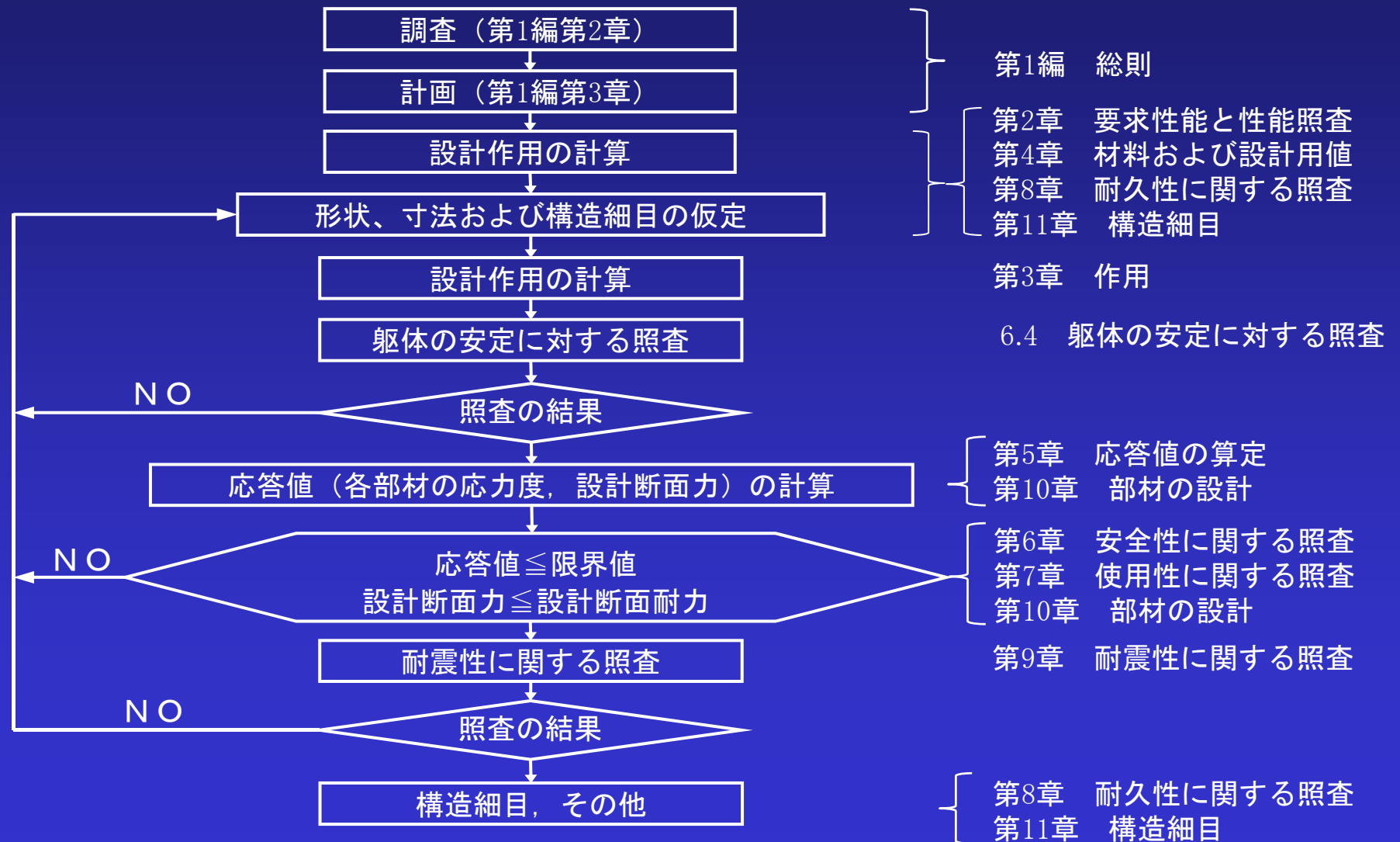
2016年版
第1章 総則
1.1 設計の基本
開削トンネルの設計では、構造物の使用目的に適合するための要求性能を設定し、設計耐用期間を通じて要求性能が満足されていることを照査する。



2016年版
第2章 要求性能と性能照査
2.1 一般

各章の要旨 (第1章 総則)

1.1 解説図2.1.1 開削トンネルにおける性能照査フロー ...P25



各章の要旨（第1章 総則）

1.2 設計図書 …P26

- 設計図は、工事記録とともに構造物が機能している期間、保存しなければならないことを明記。【解説】
- 設計図以外に、構造を決定する根拠となる設計図書で、維持管理に役立つ情報も選別して保存するとよいことを明記。【解説】

各章の要旨（第2章 要求性能と性能照査）

第2章 要求性能と性能照査

各章の要旨（第2章 要求性能と性能照査）

2.1 一般 …P27

- ・ 開削トンネルの設計では，施工中及び設計耐用期間内において，トンネルの使用目的に適合するために要求される性能として，安全性，使用性，復旧性および耐久性に関する要求性能を設定。【条文】

各章の要旨（第2章 要求性能と性能照査）

2.2 要求性能 …P27

安全性

- ・ 使用者や周辺の人々の生命や財産を脅かさないための性能

使用性

- ・ 使用者が快適に使用するための性能
- ・ トンネルに要求される諸機能に対する性能

復旧性

- ・ 地震の影響等の偶発作用等によって低下した性能を回復させ、継続的な使用を可能とする性能

耐久性

- ・ 材料の劣化により生じる性能の経時的な低下に対して構造物が有する抵抗性

各章の要旨（第2章 要求性能と性能照査）

2.3 性能照査の原則 …P28

- ・ 要求性能に応じた限界状態を施工中および設計耐用期間中のトンネルまたはその構成部材ごとに設定し、設計で仮定した形状、寸法、配筋等の構造詳細を有する構造物あるいは構造部材が限界状態に至らないことを確認する。

【条文】

- ・ 限界状態は、安全性、使用性、復旧性および耐久性に対して、適切な照査指標を定め、その限界値と応答値との比較により行う。 【条文】

各章の要旨（第2章 要求性能と性能照査）

2.3 解説表2.2.1 要求性能, 限界状態, 照査指標と設計作用の例 …P29

要求性能	限界状態	照査指標	考慮する設計作用
安全性	断面破壊	力	すべての作用(最大値)
	疲労破壊	応力度, 力	繰返し作用
	安定 (変位, 変形)	変位, 基礎構造による変形	すべての作用(最大値), 偶発作用
使用性	外観	ひびわれ幅, 応力度	比較的しばしば生じる大きさの作用
	騒音, 振動	騒音, 振動レベル	比較的しばしば生じる大きさの作用
	車両走行の 快適性等	変位, 変形	比較的しばしば生じる大きさの作用
	水密性	構造体の透水量, ひびわれ幅	比較的しばしば生じる大きさの作用
	損傷 (機能維持)	力, 変位等	変動作用等
復旧性	修復性	力, 変位等	偶発作用(地震の影響等)
耐久性	鋼材腐食	中性化深さ, ひびわれ幅等	環境作用等

各章の要旨（第2章 要求性能と性能照査）

2.4 安全係数 …P30

安全係数 要求性能	作用係数 γ_f	構造解析係数 γ_a	材料係数 γ_m			部材係数 γ_b	構造物係数 γ_i	地盤抵抗係数 f_r
			コンクリート γ_c	鉄筋 γ_r	鋼材 γ_s			
安全性 (断面破壊)	0.8 ~1.2	1.0	1.3	1.0	1.05	1.1 ~1.3	1.0 ~1.2	0.3 ~1.0
安全性 (疲労破壊)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0 ~1.2	1.0
使用性	1.0	1.0	1.3	1.05	1.05	1.0 ~1.1	1.0 ~1.2	1.0

2.5 修正係数 …P31

- ・コンクリート標準示方書（2012制定）との整合

各章の要旨（第3章 作用）

第3章 作用

従来の荷重だけではなく、耐久性照査において考慮する環境作用や力ではなく波動である地震作用等を包含する広い概念とするために、章名を荷重から作用に変更。

各章の要旨（第3章 作用）

3.1 一般 …P32

- ・ 要求性能に対する限界状態に応じた設計作用の組合せ

要求性能	限界状態	設計作用の組み合わせの考え方
安全性	断面破壊等	永続作用＋主たる変動作用＋従たる変動作用
		永続作用＋偶発作用＋従たる変動作用
	疲労	永続作用＋変動作用
	安定	永続作用＋変動作用
使用性	乗り心地	永続作用＋変動作用
	外観	
	水密性	
	騒音, 振動	
	支持性能	
耐久性	鋼材の腐食	永続作用＋変動作用
	コンクリートの劣化	

各章の要旨（第3章 作用）

3.2 作用の特性値 …P33

- ・ 検討すべき要求性能に対する限界状態の種別に応じて、作用の特性値を以下のように規定。

要求性能	作用の特性値
安全性	施工中および設計耐用期間中に生じる <u>最大値（最小値）の期待値</u>
使用性	施工中および設計耐用期間中に <u>比較的しばしば生じる大きさ</u> のものとし、検討事項に応じて設定
耐久性	施工中および設計耐用期間中に <u>比較的しばしば生じる大きさ</u> のものと設定

各章の要旨（第3章 作用）

3.3 作用係数 …P34

- ・ 作用係数 γ_f の標準的な値を以下のように規定.

要求性能	限界状態	作用の分類	作用係数 γ_f
安全性	断面破壊等	永続作用(固定死荷重)	1.0~1.1*
		永続作用(付加死荷重)	1.0~1.2*
		永続作用としての土圧または側圧	0.8~1.2
		主たる変動作用	1.1~1.2
		従たる変動作用	1.0
	偶発作用	1.0	
	疲労	すべての作用	1.0
使用性	すべての限界状態	すべての作用	1.0
耐久性	すべての限界状態	すべての作用	1.0

* : 自重以外の永続作用で小さいほうが不利となる場合には、作用係数を0.9~1.0とするのがよい。

各章の要旨（第3章 作用）

3.4 作用の種類と特性値の算定 …P34

3.4.1 作用の種類 …P34

- ・ 作用とは、構造物または部材に応力，変形の増加，材料特性に経時変化をもたらすすべての働きであり，性能照査にあたっては，次ページ示す作用を考慮する。
- ・ 設計で考慮すべき作用の種類を，永続作用／変動作用／偶発作用に分類して規定。

各章の要旨（第3章 作用）

3.4.1 解説表 2.3.1 作用種類別の作用分類 …P35

作用の種類		内 容	作用分類	
自重（固定死荷重）		躯体自重	永続作用	
地表面上の荷重	付加死荷重	舗装，軌道，盛土，建物荷重	永続作用	
	活荷重	路面交通，列車自重	主たる変動作用	
土被り荷重		埋戻し土重量	永続作用	
土圧，水圧	土圧（側圧）	永久荷重としての土圧（側圧）	永続作用	
		変動荷重としての土圧（側圧）	主たる変動作用	
	水 圧	永久荷重としての間隙水圧	永続作用	
		変動荷重としての間隙水圧	変動作用	
揚 圧 力		異常時水圧	偶発作用	
		永久荷重としての間隙水圧	永続作用	
		変動荷重としての間隙水圧	変動作用	
トンネル内部の荷重		異常時間隙水圧	偶発作用	
		付加死荷重	付属設備，固定施設物，舗装，軌道荷重	永続作用
		活荷重	列車，自動車，群集，水荷重	主たる変動作用
温度変化および乾燥収縮の影響			従たる変動作用	
地盤変位の影響		地盤沈下，近接施工，鉛直付加荷重	永続作用	
地震の影響		慣性力，地震時地盤変位，過剰間隙水圧	偶発作用	
施工時荷重			変動作用	

各章の要旨（第3章 作用）

3.4.2 自重 …P35

3.4.3 地表面上の荷重 …P36

旧示方書から大きな変更なし

3.4.4 土被り荷重 …P36

- 埋戻し材に流動化処理土等を利用する場合は、通常の埋戻し土の重量（解説 表 2.3.3）より小さい場合があるため、実重量を設定する必要がある。【解説】

解説 表 2.3.3 埋戻し土の単位体積重量 (kN/m³)

地下水位以上	18.0
地下水位以下	20.0

各章の要旨（第3章 作用）

- 3.4.5 土圧および水圧または側圧 …P37
 - 3.4.6 揚圧力 …P39
 - 3.4.7 トンネル内部の荷重 …P40
 - 3.4.8 施工時荷重 …P40
 - 3.4.9 温度変化の影響および乾燥収縮の影響 …P40
 - 3.4.10 地盤変位の影響 …P41
 - 3.4.11 その他の作用 …P41
-

旧示方書から大きな変更なし

各章の要旨（第3章 作用）

3.5 解説表 2.3.5 作用の組合せと作用係数の例（地震の影響を除く）…P42

作用の種類	作用の分類	要求性能	安全性				使用性			耐久性		
		限界状態	断面破壊等			疲労	浮上りに関する安定	外観, 水密性		支持性能変形性能	鋼材腐食, コンクリート劣化	
		適用部位	全体	側壁	床版	床版	浮上り	側壁	床版	全体	側壁	床版
自重(固定死荷重)	永続作用	D ₁	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
地表面上の荷重 (付加死荷重)	永続作用	E _{VD}	1.1	1.0	1.1	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
地表面上の荷重 (活荷重)	主たる変動作用	E _{VL}	1.1	—	1.1	1.0	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0
土被り荷重	永続作用	E _{VD}	1.1	1.0	1.1	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
土圧(側圧)	永続作用	D _{HD}	1.2	1.2	0.8	1.0	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0
土圧(側圧)	主たる変動作用	D _{HL}	1.2	1.2	—	1.0	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0
水圧(平水位)	永続作用	W _{P1}	—	—	—	1.0	—	—	—	1.0	—	—
水圧(低水位)	変動作用	W _{P2}	—	—	1.0	—	—	—	1.0	—	—	1.0
水圧(高水位)	偶発作用	W _{P3}	1.0	1.0	—	—	1.0	1.0	—	—	1.0	—
揚圧力(平水位)	永続作用	W _{P1}	—	—	—	1.0	—	—	—	1.0	—	—
揚圧力(低水位)	変動作用	W _{P2}	—	—	1.0	—	—	—	1.0	—	—	1.0
揚圧力(高水位)	偶発作用	W _{P3}	1.0	1.0	—	—	1.0	1.0	—	—	1.0	—
トンネル内部の荷重 (付加死荷重)	永続作用	D ₂	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
トンネル内部の荷重 (活荷重)	主たる変動作用	L+I	1.1	—	1.1	1.0	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0
地盤変位の影響	永続作用	G _D	1.0	1.0	1.0	1.0	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
温度変化の影響	従たる変動作用	T	—	—	—	1.0	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0
乾燥収縮の影響	従たる変動作用	S _H	1.1	1.0	—	1.0	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0

各章の要旨（第4章 材料および設計用値）

第4章 材料および設計用値

各章の要旨（第4章 材料および設計用値）

主な改訂内容

【コンクリート標準示方書（2012年版）との整合】

- ・コンクリートの破壊エネルギーは、試験により求めることを原則とする。【条文】
- ・コンクリートの収縮の特性値設定に対して、柔軟な対応ができるよう、収縮ひずみの参考値の提示を廃止し、原則論のみの記述に変更。

各章の要旨（第5章 応答値の算定）

第5章 応答値の算定

各章の要旨（第5章 応答値の算定）

応答値（設計断面力、応力度、設計ひび割れ幅、変位・変形量等）の算定方法を記載

5.1 一般

5.2 構造解析モデル

5.3 部材のモデル化

旧示方書から大きな変更なし

5.4 地盤のモデル化

5.5 設計応答値の算定

主な改訂内容

- ・コンクリート示方書(2012年版)との整合

各章の要旨（第5章 応答値の算定）

5.2 構造解析モデル

- ・ 従来の横断方法の構造解析モデルの設定が基本
- ・ スラブ、梁、柱、壁、ラーメンおよびこれらの組合せからなる単純化した構造解析モデルに置換することが可能

5.3 部材のモデル化 ～ 5.5 設計応答値の算定

- ・ 部材：線形モデル（コンクリート示方書）
 - ・ 地盤：等価線形バネ、反力にモデル化（付属資料参照）
- ⇒上記による線形解析を用いて応答値の算定が可能（構造解析係数 1.0）

各章の要旨（第6章 安全性に関する照査）

第6章 安全性に関する照査

各章の要旨（第6章 安全性に関する照査）

6.1 一般 …P54

- ・ 安全性に関する照査は，設計作用のもとで，構造物の耐荷力や安定等の破壊の限界状態に至らないこと確認するものとし，断面力，ひずみ，変位，変形等の物理量を指標として設定することを原則とする。【条文】

耐荷力 断面破壊，疲労破壊に至らないことを確認

安定 変位，変形等の限界状態に至らないことを確認

- ・ 構造物の機能上の安全に対する照査は，構造物の機能に応じた限界状態を設定して，その限界状態に至らないことを確認する。【条文】

各章の要旨（第6章 安全性に関する照査）

6.2 断面破壊に対する照査 …P54

6.2.1 照査の方法

・ 設計作用のもとで、すべての構成部材が断面破壊の限界状態に至らない。 【条文】

・ 断面破壊の限界状態に対する照査は、設計断面力 S_d の設計断面耐力 R_d に対する比に構造物係数 γ_i を乗じた値が、1.0以下であることを確かめる。 【条文】

$$\gamma_i \cdot S_d / R_d \leq 1.0$$

ここに、
 S_d : 設計断面力
 R_d : 設計断面耐力
 γ_i : 一般には1.0~1.2としてよい。

各章の要旨（第6章 安全性に関する照査）

6.2.2 曲げモーメントおよび
軸方向力に対する安全性の照査 …P55

6.2.3 せん断力に対する安全性の照査 …P57

6.2.4 ねじりに対する安全性の照査 …P62

- ・コンクリート標準示方書（2012年版）の照査式を反映

6.3 疲労破壊に対する照査 …P63

- ・コンクリート標準示方書（2012年版）の照査式を反映

6.4 躯体の安定に対する照査 …P63

旧示方書から大きな変更なし

各章の要旨（第7章 使用性に関する照査）

第7章 使用性に関する照査

各章の要旨（第7章 使用性に関する照査）

7.1 一般 …P66

- ・ 使用性に関する照査では、所要の使用性を設計耐用期間にわたり保持することを確認するよう規定。【条文】
- ・ 使用性の照査における限界状態は、外観、振動等の使用上の快適性や水密性、耐火性等の構造物に求められる機能など、使用目的に応じて、応力、ひびわれ、変位、変形等の物理量を指標として設定することを原則とする。【条文】

各章の要旨（第7章 使用性の照査）

7.2 応力度の算定 …P66

7.3 応力度の制限 …P67

旧示方書から大きな変更なし

応力度の算定

- ・ 応力度を算定する際の仮定は、コンクリート標準示方書（2012年版）に準拠。

応力度の制限

- ・ コンクリートの圧縮応力度は、圧縮強度の特性値の40%以下に制限
- ・ 鋼材の応力度は、降伏強度の特性値以下に制限。

$$w = 1.1k_1k_2k_3 \{4c + 0.7(c_s - \phi)\} \left(\frac{\sigma_{se}}{E_s} + \varepsilon'_{csd} \right)$$

各章の要旨（第7章 使用性の照査）

7.4 外観に対する照査	…P67
7.4.1 照査指標	…P67～P69
7.4.2 外観に対するひび割れ幅の制限値	…P69

- ・ 外観の照査は、外観がとくに重要な場合に行うが、開削トンネルでは外観が重要とならないことから、検討しないことが多い。
- ・ ひび割れ幅算定式における ε'_{csd} は、既往の設計事例を踏まえて設定するほか、コンクリート標準示方書（2012年版）に準拠してよい。なお、既往の設計では 150×10^{-6} が多く用いられている。

$$w = 1.1k_1k_2k_3 \{4c + 0.7(c_s - \phi)\} \left(\frac{\sigma_{se}}{E_s} + \varepsilon'_{csd} \right)$$

各章の要旨（第7章 使用性の照査）

7.5 変位および変形に対する検討 …P69

7.6 振動に対する検討 …P70

旧示方書から大きな変更なし

変位および変形に対する検討

- ・ 構造物または部材の変位，変形がトンネルの機能を損なわないことを適切な方法によって検討しなければならない。

振動に対する検討

- ・ 変動荷重による振動がトンネルの使用性を損なわないことを適切な方法によって検討しなければならない。

各章の要旨（第7章 使用性の照査）

7.7 水密性に対する照査 …P70

- ・ 水密性に対するひびわれの検討は、水密性がとくに重要な場合に行う。その場合、問題ないと考えられる許容ひびわれ幅を設定し、第8章に準じて検討を行ってよい。

7.8 耐火性に対する照査 …P70

- ・ コンクリートがかぶりに応じた所要の耐火性を満足すれば、火災等によって構造物の所要の性能は失われないとしてよい。
- ・ 一般的な環境下においては耐久性を満足するかぶりの値に20mm程度を加えた値を最小値とすれば、耐火性に対する照査は省略してよい。

各章の要旨（第8章 耐久性に関する照査）

第8章 耐久性に関する照査

各章の要旨（第8章 耐久性の照査）

8.1 一般 …P71

構造物の性能が以下により損なわれないことを照査する。

- ・ 中性化、塩害による鉄筋腐食
- ・ 化学的侵食あるいは凍害によるコンクリートの劣化

⇒環境作用による部材の変状が設計耐用期間中に生じないようにするか、部材の変状が生じたとしても供用上問題ない範囲にとどめるように設計（本示方書に示す安全性、使用性、復旧性の照査方法の前提条件）

各章の要旨（第8章 耐久性の照査）

8.2 鋼材腐食に対する照査 …P71

次の3項目を確認する。

- ①コンクリート表面のひび割れが、鋼材腐食によるひび割れ幅の制限値以下であること。
- ②中性化深さが、設計耐用期間中に鋼材腐食発生限界深さに達しないこと。
- ③鋼材位置における塩化物イオン濃度が、設計耐用期間中に鋼材腐食発生限界濃度に達しないこと。

⇒実際には、漏水の有無で鋼材腐食速度は異なるが、安全側に漏水があるとした方法（示方書共通）

各章の要旨（第8章 耐久性の照査）

8.2 鋼材腐食に対する照査 …P71

- ①コンクリート表面のひび割れが、鋼材腐食によるひび割れ幅の制限値以下であること（適用範囲： $c \leq 100\text{m}$ ）。

$$w_d \leq 0.005c \text{ (0.5mm上限)}$$

ここに、 w_d ：設計ひび割れ幅（7章参照）、 c ：かぶり

⇒ただし、鉄筋応力度が次の値以下の場合には照査を省略可

環境条件	σ_{sl}	具体的な例
乾燥環境	140	外気と同環境にあり、雨水や漏水の影響を受けないと考えられる場合(坑口部, 立坑等)
乾湿繰返し環境	120	乾燥環境以外の躯体の内部空間等
常時湿潤環境	100	乾燥環境以外の躯体の地山側等

各章の要旨（第8章 耐久性の照査）

8.2 鋼材腐食に対する照査 …P71

- ②中性化深さが、設計耐用期間中に鋼材腐食発生限界深さに達しないこと。

$$\gamma_i \cdot y_d / y_{lim} \leq 1.0$$

ここに、 y_d : 中性化深さの設計値、 y_{lim} : 鋼材腐食発生限界深さ

$$y_d = \gamma_{cb} \cdot \alpha_d \sqrt{t} \quad , \quad \alpha_d = \alpha_k \cdot \beta_e \cdot \gamma_c$$

⇒ y_d の算定方法はコンクリート示方書によるが、環境の影響を表す係数 β_e には、開削トンネルの置かれる環境を考慮する必要がある（文献引用）。

各章の要旨（第8章 耐久性の照査）

8.2 鋼材腐食に対する照査 …P71

- ③鋼材位置における塩化物イオン濃度が、設計耐用期間中に鋼材腐食発生限界濃度に達しないこと。

$$\gamma_i \cdot C_d / C_{lim} \leq 1.0$$

ここに、 C_d ：鋼材位置における塩化物イオン濃度の設計値、 C_{lim} ：鋼材腐食発生濃度

⇒ C_d の算定方法はコンクリート示方書によるが、表面の塩化物イオン濃度には、開削トンネルの置かれる環境を考慮する必要がある（文献参照）。

各章の要旨（第8章 耐久性の照査）

8.3 コンクリートの劣化に対する照査 …P73

次の2項目を確認する。

- ①凍結融解に対する照査
- ②化学的侵食に対する照査

⇒照査方法はコンクリート示方書（2012年版）による。

旧示方書から大きな変更なし

各章の要旨（第9章 耐震性に関する照査）

第9章 耐震性に関する照査

各章の要旨（第9章 耐震性に関する照査）

9.1 耐震性照査の基本 …P74

9.1.1 一般

9.1.2 照査に用いる地震動

9.1.3 構造物の耐震性能

9.1.4 開削トンネルの耐震構造計画

9.1.5 耐震設計の手順

9.1.1 一般

- ・ 耐震性に関する要求性能は、地震作用に対する安全性、使用性ならびに復旧性の観点から総合的に考慮する。
- ・ 耐震性に関する照査は、地震時および地震後の構造物の安全性の確保、人命や財産の損失を生じさせる壊滅的な損傷の発生を防ぐこと、および地域住民の生活活動に支障を与えるような機能の低下を極力抑制することを目標。
- ・ 地震時および地震後に対する安全性、使用性ならびに地震後の修復性を総合的に考慮するための性能（耐震性能）を設定

各章の要旨（第9章 耐震性に関する照査）

9.2 耐震設計で考慮する作用

9.2.1 考慮すべき作用

9.2.2 設計地震動

9.2.2 設計地震動

- 耐震設計上の基盤面
 - せん断弾性波速度が概ね400m/s以上の連続地層で
 - 上層とのせん断弾性波速度の差が十分に大きく，下層とのせん断弾性波速度の差が小さい地層の上面とする
 - 一般に，砂質土でN値50以上，粘性土でN値25以上の連続地層で，その上層との剛比が大きい場合は，この条件を満たすと考えてよい。

各章の要旨（第9章 耐震性に関する照査）

9.3 応答値の算定および解析モデル

9.3.1 一般

9.3.2 横断方向の応答値の算定

9.3.3 縦断方向の応答値の算定

9.3.4 地盤およびトンネルのモデル化

9.3.2 横断方向の応答値の算定

- 応答値の算定は、動的解析法によることを基本
- 構造物や地盤が単純な場合，動的な相互作用を静的に評価できる場合，静的解析法を用いてもよい
- 動的解析法は、時刻歴非線形動的解析法を基本
- 静的解析法では、一般に、応答変位法を用いてよい
- 地盤ばねによる相互作用の評価が困難な場合には、有限要素法等の静的解析法を用いる

各章の要旨（第9章 耐震性に関する照査）

9.3 応答値の算定および解析モデル

9.3.1 一般

9.3.2 横断方向の応答値の算定

9.3.3 縦断方向の応答値の算定

9.3.4 地盤およびトンネルのモデル化

9.3.3 縦断方向の応答値の算定

- ・ 応答値の算定は、トンネル軸線に沿った地盤変位を考慮できる動的解析によることを基本.
- ・ 構造物と地盤の動的な相互作用を静的に評価できる場合は、静的解析によってもよい.

各章の要旨（第9章 耐震性に関する照査）

9.4 耐震性能の照査

9.4.1 一般

9.4.2 部材の損傷に対する照査

9.4.3 安全係数

9.4.4 限界値の算定

9.4.5 安定に関する安全性の照査

9.4.3 安全係数

- ・コンクリート標準示方書（2012版）との整合
せん断耐力に関する部材係数 γ_b の備考

*2 棒部材について、正負交番作用を受ける部材のせん断耐力では、1.2倍程度割り増し、コンクリート負担分 V_{cd} に対して $1.3 \times 1.2 = 1.56$ 、せん断補強鋼材負担分 V_{sd} に対して $1.1 \times 1.2 = 1.32$ とする。ただし、実験や、破壊モードの判定で、曲げ降伏後のせん断破壊モードが生じないことが確認されている場合には、部材係数を割り増さなくてよい。

曲げせん断耐力比を検討する際のせん断耐力の算定においては、割り増さなくてよい。

各章の要旨（第10章 部材の設計）

第10章 部材の設計

各章の要旨（第10章 部材の設計）

10.1 はり ...P. 88

【ディープビームの設計せん断耐力式の変更】

- ・ ディープビームの設計せん断耐力式 V_{ydd} を設計せん断圧縮破壊耐力 V_{dd} に変更

$$V_{dd} = \beta_d \beta_p \beta_a f_{dd} b_w d / \gamma_b$$

ここに、 V_{dd} : 設計せん断圧縮破壊耐力 (N)

$$f_{dd} = 0.19 \sqrt{f'_{cd}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1000/d} \quad \text{ただし、} \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は} 1.5 \text{ とする}$$

$$\beta_p = \frac{1 + \sqrt{100 p_v}}{2} \quad \text{ただし、} \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は} 1.5 \text{ とする。}$$

$$\beta_a = 5 / \left\{ 1 + (a/d)^2 \right\}$$

各章の要旨（第10章 部材の設計）

10.2 柱 …P.91

10.3 スラブ …P.92

【鋼管柱の設計例】

- 鋼管柱の設計例を資料編に追加

（資料編【2-8 合成鋼管柱の照査例に関する資料】P.332～336）

【配力鉄筋の係数 β の変更】

- スパン幅比 l/b （ l ：スパン， b ：幅）が0.5以上となるスラブに対する配力鉄筋の係数 β の表に， $l/b=0.5$ の β を追加
- 配力鉄筋の係数 β は、表2.10.1に示した値を直線補間して求めてよいことを追記

追加 →

解説表 2.10.1 配力鉄筋の係数 $\beta^{1)}$

l/b	0.5	0.7	1.0	2.0
β	1/6	0.16	0.13	0.07

各章の要旨（第10章 部材の設計）

10.4 壁 …P.96

10.5 アーチ …P.97

10.6 プレキャストコンクリート …P.97

旧示方書から変更なし

各章の要旨（第11章 構造細目）

第11章 構造細目

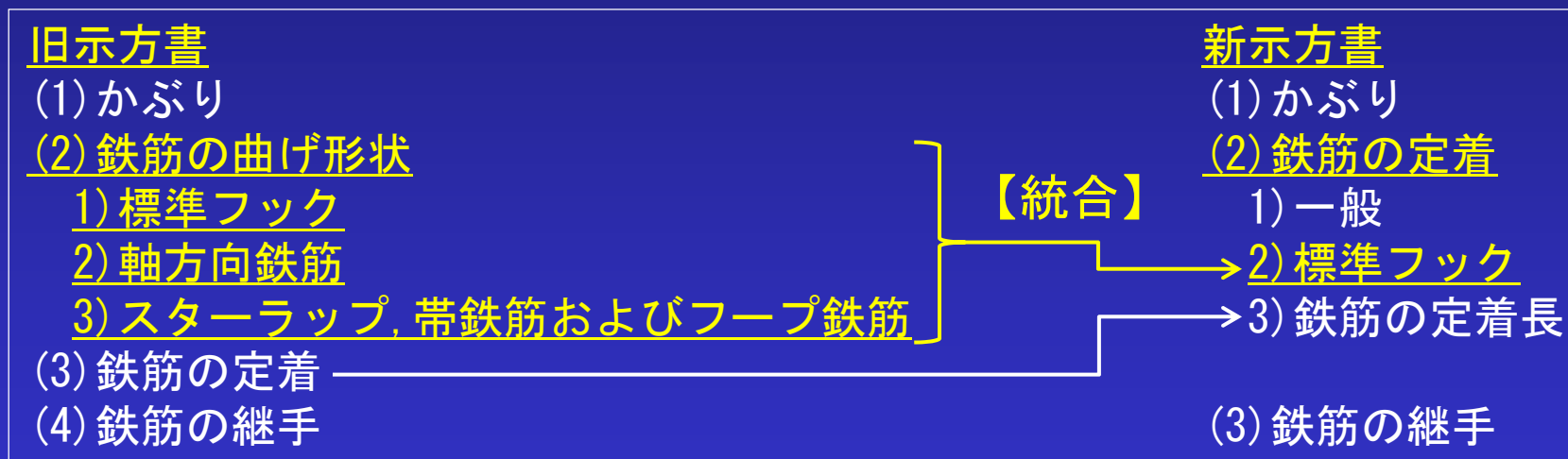
各章の要旨（第11章 構造細目）

主な改訂内容

⇒ コンクリート標準示方書（2012年版）との整合を図る

【11.2.1 一般構造細目の構成を一部変更】

- ・ 「鉄筋の曲げ形状」は「鉄筋の定着/標準フック」の項に統合.



【重ね継手以外の継手の規定を追加】

- ・ 鉄筋相互を接合する継手（圧接継手、溶接継手、機械式継手）の規定を追加.

各章の要旨（第11章 構造細目）

11.1 トンネルの構造細目 …P98

11.1.1 トンネル躯体の構造細目

11.1.2 トンネルの継手の構造細目

旧示方書から大きな変更はなし.

各章の要旨（第11章 構造細目）

11.2 部材の一般構造細目 …P100

11.2.1 一般構造細目 (1) かぶり (2) 鉄筋の定着

コンクリート標準示方書（2012年版）に準拠した内容を規定.

(1) かぶり

⇒鉄筋の直径に施工誤差を加えた値よりも小さい値としては
ならないことを規定.

(2) 鉄筋の定着

⇒標準フックの代替えとして機械的に定着する方法による場合は,実験等により同等な耐力, 変形性能等を有することを
確認しなければならないことを規定.

各章の要旨（第11章 構造細目）

11.2 部材の一般構造細目 …P102

11.2.1 一般構造細目（3）鉄筋の継手

コンクリート標準示方書（2012年版）に準拠した内容を規定。

⇒鉄筋相互を接合する継手の規定を追加

- ・母材と同等以上の強度を有し、軸方向剛性および伸び能力が著しく異なることなくかつ残留変形量の小さい方法を用いることを規定
- ・交番応力を受ける塑性ヒンジ領域で用いる場合は、実験等により部材特性を確認かつ継手の不良が生じない方法により施工、検査を実施することを規定

⇒重ね継手（軸方向鉄筋）は交番応力を受ける塑性ヒンジ領域では用いないことを原則化（ただしやむを得ず用いる場合は旧示方書と同様の取扱いとする）

各章の要旨（第11章 構造細目）

11.2 部材の一般構造細目 …P104

11.2.2 各部材の構造細目

コンクリート標準示方書（2012年版）に準拠した内容を規定.

旧示方書から大きな変更はなし.

各章の要旨（第11章 構造細目）

11.3 耐震に関する構造細目 …P105

コンクリート標準示方書（2012年版）に準拠した内容を規定。

11.3.1～11.3.2

⇒ 旧示方書から大きな変更はなし。

11.3.3 横方向鉄筋

⇒ 「スターラップの配置」を追加

- ・ 棒部材の場合の最小鉄筋量や間隔を規定, ただし面部材には適用不要
- ・ 計算上せん断補強筋が必要な場合の間隔や範囲を規定

11.3.4～11.3.7

⇒ 旧示方書から大きな変更はなし。

各章の要旨（第12章 地下連続壁の本体利用）

第12章

地下連続壁を本体利用する場合の設計

各章の要旨（第12章 地下連続壁の本体利用）

主な改訂内容

【用語の統一】

- ・ 他章同様に、荷重から作用に変更
- ・ 終局限界状態に関する検討 → 安全性の照査
- ・ 使用限界状態に関する検討 → 使用性の照査

【安全性、使用性に関する照査手法】

- ・ 性能照査型において照査手法や補強方法に制限は設けず、原則のみの記述。

例えば 12.2.2 安全性の照査

鉄筋コンクリート地下連続の安全性の照査に関する検討は、精度の確認された適切な手法によるものとするが、特別な検討を行わない場合は次の方法によってもよい。

【照査例の算定式】

- ・ 照査式の抜け、誤植等を修正

各章の要旨（第13章 立坑）

第13章 立坑

各章の要旨（第13章 立坑）

13.1 一般 …P126

- 線状構造を基本とする一般の開削トンネルとの相違を明確にすると共に、構造解析モデルの選定を円滑に進められるように、構造種別の概念を取り入れた。

◇独立構造・・・一般に深く、平面寸法に比べ鉛直方向の寸法が比較的大きい独立した細長い構造体。

◇併設構造・・・例えば、鉄道トンネル等において、開削工法等で築造された駅部のトンネルの始末端部を非開削工法の作業基地として用いる際に採用される構造体。

各章の要旨（第13章 立坑）

13.2 作用 ...P127

- 「第3章 作用」の改訂に伴って名称を変更. 内容については旧示方書から変更なし.

各章の要旨（第13章 立坑）

13.3 応答値の算定(1/2) ...P127~132

●立坑形状（矩形・円形）に応じた構造解析モデルの使い分け

【矩形】

◇全体系フレームモデル

- ・主に併設構造に適用(解説 図2.13.3参照)
- ・床版や壁等の構成部材をフレームにモデル化

◇部材別モデル

- ・独立構造と併設構造の一部部材に適用(解説 表2.13.1参照)
- ・床版, 壁等を構成部材別に単純化したモデルで再現し, 各部材間の相互作用は各部材間の支点反力で考慮

【円形】

◇部材別モデル

- ・独立構造を想定し, 以下3種類の解析手法について解説.
- ・水平方向の構造解析(解説 図 2.13.4, 2.13.5)
- ・鉛直方向の構造解析(解説 図 2.13.6, 2.13.7)
- ・上床版, 中床版および下床版の構造解析(解説 図 2.13.8, 2.13.9)

各章の要旨（第13章 立坑）

13.3 応答値の算定(2/2) ...P127~132

●地震時の検討における構造解析の考え方

一つの考え方として、常時の設計に用いる構造解析モデルの種類別に解説.

◇全体系フレームモデル

地盤応答変位を解析モデルに直接反映させて構造物全体の応答を直接算定する.

◇部材別モデル

例えば、立坑全体を一次元の鉛直方向はりにモデル化して解析を行い、得られた支点反力を再度、部材別モデルに反映させる.

具体的な各モデルの適用方については、「立坑ライブラリー 第27号 2015年」の活用を提案.

各章の要旨（第13章 立坑）

13.4 構造細目 …P132

旧示方書から変更なし.

【資料編】の要旨（第2編に関するもの）

【資料編】

（第2編に関するもの）

【資料編】の要旨（第2編に関するもの）

【2-1 路面交通に関する資料】 …P299

- ・ 変更なし

【2-2 トンネルの設計地盤反力係数に関する資料】 …P302

- ・ 5.2 地盤のモデル化に用いる設計地盤反力係数の算定式

鉄道構造物等設計標準 開削トンネル（2001）

鉄道構造物等設計標準 基礎構造物・抗土圧構造物（2000）

鉄道構造物等設計標準 基礎構造物（2012）

道路橋示方書・同解説（2012）

【2-3 基盤面での応答スペクトルに関する資料】 …P306

- ・ 各種基準における最新の応答スペクトルを反映

【資料編】の要旨（第2編に関するもの）

【2-4 地盤の地震時変位の算定法に関する資料】 …P310

- ・土の応力ひずみ曲線

バイリニアモデルの削除

GHE-Sモデルの追加

※GHE-S : General hyperbolic equation - S-shaped

【2-5 鉄筋コンクリート地下連続壁の本体利用に関する資料】 …P323

- ・変更なし

【2-6 立坑のトンネル接続部のモデル化に関する資料】 …P326

- ・トンネルライブラリー第27号 シールド工事用立坑の設計
(2015制定) との整合

【資料編】の要旨（第2編に関するもの）

【2-7 グラシヨフ・ランキンの方法に関する資料】 …P331

- ・変更なし

【2-8 合成鋼管柱の照査例に関する資料】 …P332

- ・開削トンネルの中柱に用いる鋼管柱（[10.2 第3項](#)）の設計に関して、鋼管内にコンクリートを充填する合成鋼管柱の照査例を新規追加