

国内外におけるシールドセグメントの設計法

目 次

第 1 編 はじめに

1.背景	1
2.目的と意義	1
3.構成	2

第 2 編 国内の基準類

1.調査対象の国内基準類の概要	3
1.1 適用範囲	3
2.調査	4
2.1 調査の基本	4
2.2 立地条件調査	4
2.3 支障物件等調査	5
2.4 地形および地盤調査	6
2.5 環境保全のための調査	6
3.計画	7
3.1 計画の基本	7
4.照査方法	9
4.1 許容応力度設計法	10
4.2 限界状態設計法	11
4.3 性能照査型設計法	11
5.作用	12
5.1 作用の種類	12
5.2 鉛直土圧	13
5.3 水平土圧	14
5.4 水圧	15
5.5 地盤反力	17
6.材料	19
6.1 覆工に使用する材料の規格	19
6.2 材料のヤング係数およびポアソン比	26
6.3 許容応力度	27
6.4 限界状態設計法における取り扱い	35
7.セグメントの構造計算	42
7.1 横断方向の構造解析モデル	42
7.2 縦断方向の構造解析モデル	44

7.3 継手のモデル化（ばね定数）	45
-------------------------	----

第3編 海外の基準類

1. 調査対象の海外基準類の概要	47
1.1 Comité Européen de Normalisation (CEN)	47
1.2 British Tunnelling Society (BTS)	49
1.3 Association Francaise Des Tunnels (AFTES)	50
1.4 German Tunnelling Committee (DAUB)	51
1.5 American Concrete Institute (ACI)	52
1.6 International Tunnelling Association (ITA)	52
2. 材料	53
2.1 コンクリートの強度および変形の実値	54
2.2 コンクリートのポアソン比	56
2.3 コンクリートの応力ひずみ曲線	56
2.4 鉄筋/鋼繊維の強度の実値	58
2.5 鉄筋のヤング係数とポアソン比	58
2.6 鉄筋/鋼繊維の応力ひずみ曲線	58
3. 設計法	60
3.1 構造安定性能の照査方法	60
3.2 安全係数	69
4. 荷重	76
4.1 荷重の種類	76
4.2 土水圧	80
4.3 施工時荷重	82
5. 構造計算	88
5.1 地盤のモデル	88
5.2 セグメントリングのモデル	88
5.3 地盤と覆工の相互作用のモデル	92
5.4 構造解析法	93
6. 構造細目	100
6.1 セグメント形状と継手の配置	100
6.2 配筋	104
6.3 継手構造	107

第4編 国内外の基準類比較

1. 国内の設計法の特徴	118
1.1 作用と構造解析モデル	118
1.2 設計法	119

2.海外の設計法の特徴	119
2.1 設計法	120
2.2 荷重	120
2.3 構造計算	120
2.4 配筋	121
3.国内基準と海外基準の比較	121
3.1 基準類の構成の違い	121
3.2 基準類の取扱いの違い	122
3.3 国内基準類と海外基準類の考え方の相違	122
4.地盤の硬さによるセグメントリングの断面力への影響	125
4.1 解析方針	125
4.2 解析条件	126
4.3 初期有効土圧の地山分担率	126
4.4 正規化軸力偏心量	129
4.5 まとめ	132
5.まとめ	132

第5編 国内外の設計法による試算

1.試算にあたって	135
1.1 はじめに	135
1.2 ケーススタディの条件	135
2.国内で用いられる設計法による試算	141
2.1 解析ケース	141
2.2 はりばねモデルの解析条件	142
2.3 修正慣用計算法の解析条件	146
2.4 解析結果	147
3.海外で用いられる設計法—Muir Woodの方法—による試算	151
3.1 解析モデル	151
3.2 荷重条件	153
3.3 解析結果	153
4.海外で用いられる設計法—CCMの方法—による試算	154
4.1 解析モデル	155
4.2 解析条件	155
4.3 解析結果	157
5.変位境界を用いた方法による試算	157
5.1 解析条件	158
5.2 解析ケース	159
5.3 解析結果	159

6.国内外の設計法による試算結果の比較	161
6.1 設計法による覆工断面力への影響	161
6.2 土被りの小さい軟弱地盤における 設計法による覆工断面力への影響	162
6.3 土被りの大きい硬質地盤における 設計法による覆工断面力への影響	165
6.4 設計法と地盤条件による覆工断面力への影響	169
7.施工時荷重に関する試算	170
7.1 はじめに	170
7.2 製造，運搬，貯蔵および組立	171
7.3 ジャッキ推力	173
7.4 裏込め注入圧	178
7.5 Kセグメントの抜け出し	182

第6編 おわりに

1.国内外の基準類の調査と比較	184
1.1 構成	184
1.2 位置づけ	184
1.3 設計法	184
1.4 構造計算	184
1.5 荷重—地盤の硬さ	185
1.6 構造細目	185
2.国内外の設計法による試算	185
2.1 設計法による覆工断面力への影響	185
2.2 施工時荷重	186
3.提言	186
4.謝辞	187

付録

付録1 変位制限法（CCM: Convergence-Confinement Method）	189
付録2 Muir Wood 理論による断面力算出方法	192
付録3 コンクリート圧縮面と継手ボルトの照査	194
付録4 変位境界を用いたトンネル覆工の骨組み構造解析法	198
付録5 変位境界を用いた設計法による試算結果	206
付録6 東南アジアにおけるシールドセグメントの設計法	212