

2. 工事概要

本検討は、以下の2工区に対して行った。以下、鉄筋コンクリート製セグメントはRCセグメント、ダクトイルセグメントはDCセグメントと記す。

(1) SJ46工区

工事名：SJ46工区(2)トンネル工事

発注者：首都高速道路公団

施工者：西松・鉄建・アイサワSJ46(2)トンネル特定建設工事共同企業体

工 期：平成13年8月30日～平成17年3月31日

工事内容：トンネル延長 $L=570\text{m} \times 2$ (Uターン施工)

覆 工：RCセグメント $Do=11.220\text{m}$, $Di=10.420\text{m}$

DCセグメント $Do=11.220\text{m}$, $Di=10.520\text{m}$

(2) SJ51工区～SJ 53工区(外回り)

工事名：SJ51工区～SJ53工区(外回り)トンネル工事

発注者：首都高速道路公団

施工者：大林・大豊・東急SJ51～SJ53(外回り)トンネル特定建設工事共同企業体

工 期：平成14年3月14日～平成17年3月31日

工事内容：トンネル延長 $L=2018.1\text{m}$

覆 工：RCセグメント $Do=11.800\text{m}$, $Di=10.900\text{m}$

DCセグメント $Do=11.800\text{m}$, $Di=11.000\text{m}$

3. 検討条件

(1) 設計の流れ

本検討における限界状態設計法による照査は、「トンネル標準施工方書」に準じて、図-2に示す手順にて行った。

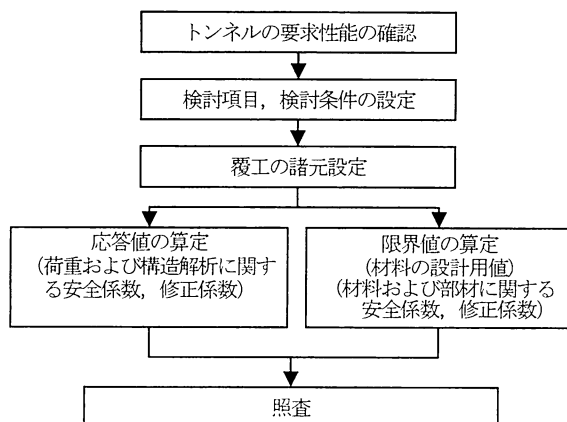


図-2 限界状態設計法による設計の流れ

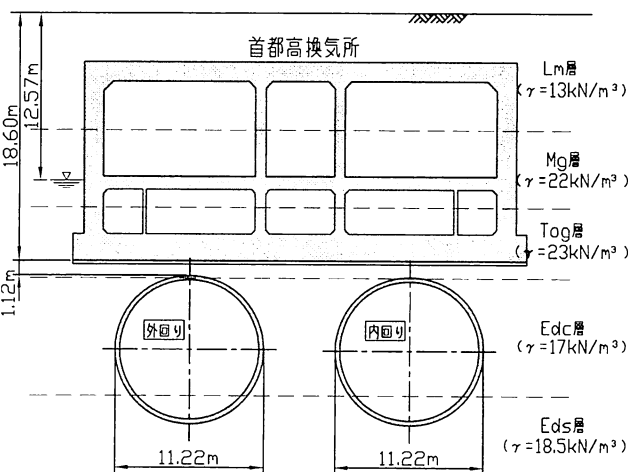
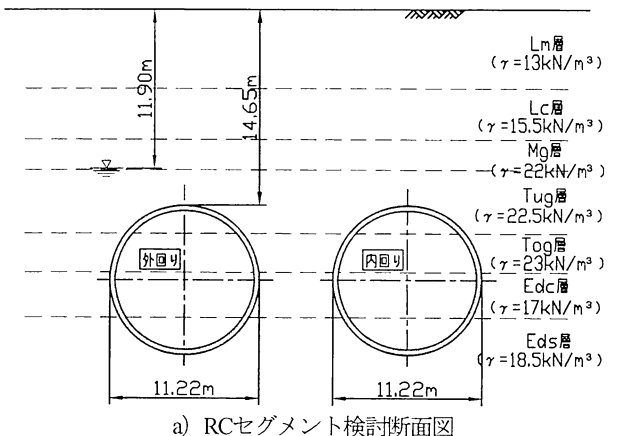
(2) トンネルの要求性能

検討対象のトンネルは道路トンネルであり、不特定多数が利用すること、修繕のための供用停止が困難であることを考慮して、以下の限界状態で照査することとした。

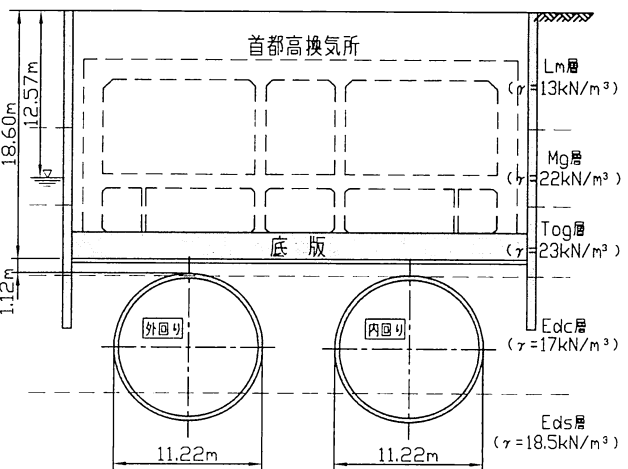
- ・使用限界状態：施工時、完成時
- ・終局限界状態：施工時、完成時、L2地震時

(3) 地盤条件および検討断面

2工区のそれぞれの検討断面（SJ46工区の3断面，SJ51工区～SJ53工区の2断面）を、図-3および図-4に示す。

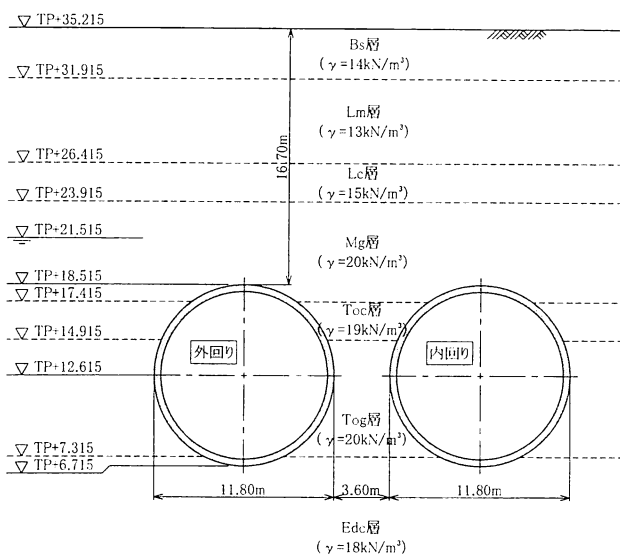


b) DCセグメント検討断面図（換気所完成時）

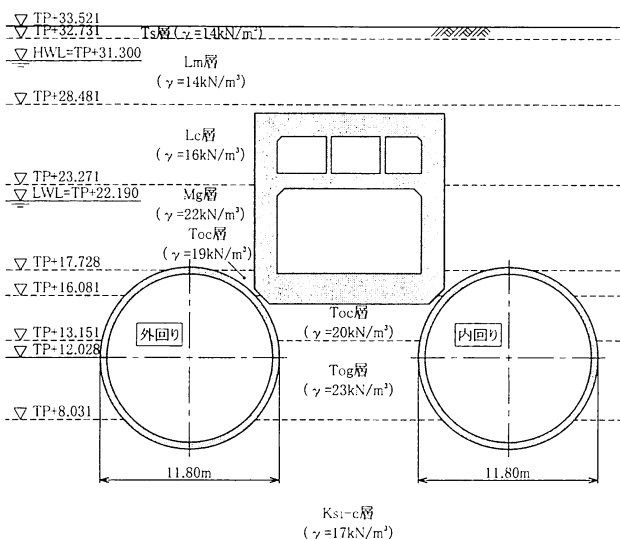


c) DCセグメント検討断面図（換気所施工時）

図-3 SJ46工区の検討断面図



a) RCセグメント検討断面図



b) DCセグメント検討断面図

図-4 SJ51工区～SJ53工区の検討断面図

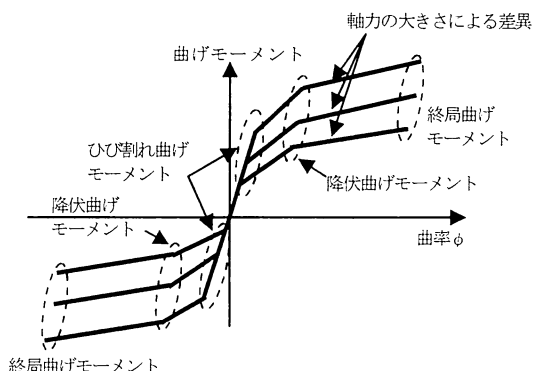


図-5 RCセグメントのM-φ関係のモデル
(終局限界状態の照査時)

(4) セグメント仕様

検討対象のセグメント仕様を表-1, 2に示す。

表-1 RCセグメント仕様

項目	単位	SJ46	SJ51～53
コンクリート強度	N/mm ²	48	48
鉄筋の種類	—	SD345	SD345
セグメント幅	mm	1500	1500
桁高	mm	400	450
外側鉄筋	径	D19×10	D22×14
	芯かぶり	75	75
内側鉄筋	径	D22×6+D25×4	D25×14
	芯かぶり	75	75
セグメント継手	—	NFインサート	水平コッター
リング継手	—	NFインサート	プッシュグリッパ +ほぞ

表-2 DCセグメント仕様

項目	単位	SJ46	SJ51～53
材質	—	FCD500-7	FCD500-7
形式	—	コルゲート型	コルゲート型
セグメント幅	mm	1200	1200
桁高	mm	350	400
セグメント継手	mm	M30 (10.9)	M30 (10.9)
リング継手	mm	M30 (10.9)	M27 (10.9)

(5) 構造計算方法

1) 構造モデル

構造計算にあたっては、主断面（セグメント本体）をはり、セグメント継手を回転ばね、リング継手をせん断ばねにモデル化し、千鳥組の効果を考慮できる「はりーばねモデル」を用いた。

2) 部材モデル

a) 主断面（セグメント本体）

主部材の耐荷変形性能は、「曲げモーメント M と曲率 φ の関係」を用いた。M-φ 関係は、セグメントに生じる軸力を考慮して設定した。

終局限界状態の照査における RC セグメントおよび DC セグメントの M-φ 関係を、以下のように設定する。

なお、使用限界状態の照査では、以下の①の線形関係のみとした。

・RC セグメント

M-φ の関係は、図-5に示すトリリニアな関係とした。

①初期状態～コンクリートのひび割れ前

ひび割れ発生モーメントは、セグメント主断面を全断面有効（鉄筋は無視）として、引張り縁の応力度がコンクリートの曲げ引張り応力度になる値として算定した。

②ひび割れ発生後～降伏前

降伏時の曲げモーメントは、維ひずみが中立軸位置からの距離に比例、応力度はひずみと比例、コンクリートの引張りは無視するなど、使用限界状態の応力度算定と同様の断面計算のモデルにより、コンクリートまたは鉄筋が降伏応力度になる値として算定した。

なお、コンクリートの降伏応力度は、「設計基準強度 × 0.85」として設定した。

③部材降伏後～終局曲げモーメント

終局時の曲げモーメントは、終局限界状態の曲げ耐力

と同様の断面計算のモデルにより算定した。ただし、安全係数は考慮しないものとした。

・DCセグメント

M- ϕ の関係は、図-6 に示すトリリニアな関係とした。なお、軸力が非常に大きく、引張縁の降伏がない場合には、①と③のバイリニアな関係となる。

①初期状態～内縁または外縁の片縁が降伏

セグメント内縁または外縁のいずれかが降伏応力度となる曲げモーメントまでは、使用限界状態の応力度算定と同様に、弾性範囲内とした。

②片縁降伏～内縁と外縁の両端が降伏

セグメント内縁と外縁の両方が降伏する時の曲げモーメントは、球状黒鉛鋳鉄の応力-ひずみをバイリニアな関係として算定した。

③両端降伏～全塑性曲げモーメント

全塑性曲げモーメントは、断面が曲げによりすべて塑性化した状態を仮定して算定した。

b) セグメント継手

セグメント継手は、回転ばね要素として、曲げモーメント M と回転角 θ の関係から設定した。M- θ 関係の基本は、図-7 に示すように、トリリニアな関係とした。

- ① $k_{\theta 1}$ ：継手面が全圧縮状態にあり、継手が離間する前の状態。セグメント本体と同等の曲げ剛性として無限大相当の回転ばね定数。
- ② $k_{\theta 2}$ ：曲げモーメントにより継手が離間して、継手鋼材に引張り力が作用した状態の回転ばね定数。
- ③ $k_{\theta 3}$ ：継手鋼材が降伏し回転剛性が期待できない状態。

セグメント自重時の計算では、セグメント自重相当の軸力を考慮して設定した。土水圧荷重や地震時の計算では、使用限界状態の照査に用いる荷重状態においてセグメントに作用する平均的な軸力として設定した。なお、使用限界状態、終局限界状態、地震時で荷重が変化するが、本検討では、すべて同じ回転ばね定数により構造計算を実施した。なお、SJ46 工区の RC セグメントに対しては、許容応力度法による原設計に準じて、軸力を無視した場合についての計算も実施した。

c) リング継手

リング継手は、せん断ばね要素として、せん断力 S とせん断変位量（半径方向の場合は目違い量） δ の関係から設定した。図-8 に示すように、原設計をふまえて、両工区ともに RC セグメントは線形関係、DC セグメントはトリリニア関係とした。

d) 地盤

地盤は、セグメントとの相互作用を地盤ばねとしてモデル化した。地盤ばねは、圧縮に対して作用し、引張には作用しないモデルとし、①セグメント自重作用時、②外荷重作用時、③地震時、のそれぞれに対して設定した。

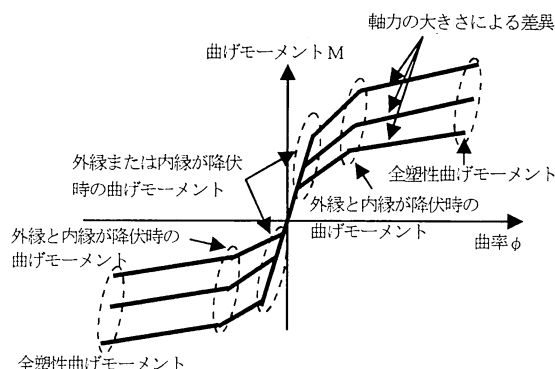


図-6 DCセグメントのM- ϕ 関係のモデル

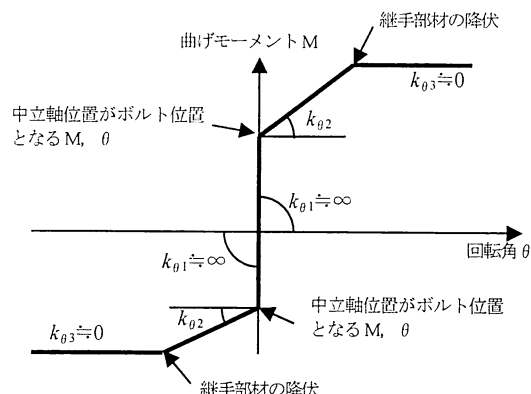


図-7 セグメント継手のM- θ 関係のモデル

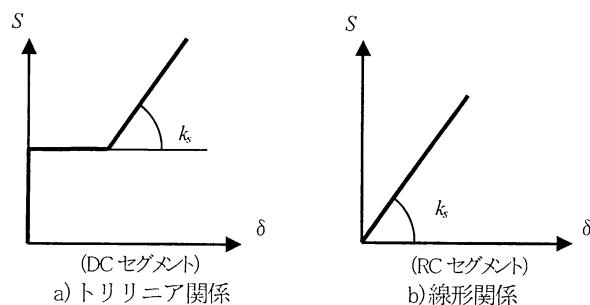


図-8 リング継手のS- δ 関係のモデル

(6) 荷重条件

1) RCセグメント

RCセグメントで考慮した荷重を表-3 に示す。

a) 使用限界状態

設計荷重は、原設計に準じて、上載荷重、土圧、水圧、セグメント自重、地盤反力係数、トンネル内部の床版荷重、トンネル底部の反力、双設の影響を考慮した。

b) 終局限界状態

設計荷重に荷重係数を考慮して設定した。双設の影響については、荷重係数を 1.0 として考慮した。

c) L2 地震時における終局限界状態

L2 地震時の設計荷重は、使用限界状態の照査に用いた設計荷重と同じとした。地震の影響は、地震応答解析から得られた変位相当荷重を考慮した。

表-3 荷重一覧表 (RCセグメント)

荷重ケース	完成時		L2地震時
限界状態	使用限界状態	終局限界状態	終局限界状態
上載荷重	地表面に20.0kN/m ² を載荷 (SJ51工区～SJ53工区では10.0 kN/m ²)		
土圧, 水圧	土水分離, 全土被り圧, 自然水位		
自重	RCの単位体積重量 $\gamma_c = 26\text{kN/m}^3$		
地盤反力	土水圧作用時: 「トンネル標準示方書」に準じて設定 自重計算時: 「中央環状新宿線シールドトンネル設計マニュアル」に準じて設定		
内部荷重	床版および活荷重を考慮 (別途計算)		
トンネル底部の地盤反力	自重に対して自重用地盤ばね 鉛直荷重に対して等分布反力, 内部荷重に対して地盤ばね		
双設の影響	別途実施したFEMによるセグメントの増分断面力を構造計算結果に重ね合わせる		
応答変位荷重	—	—	地盤変位を考慮
慣性力	—	—	水平方向の集中荷重として載荷
周面せん断力	—	—	節点集中荷重として載荷
地震時地盤ばね	—	—	半径方向, 接線方向を設定 (接線方向は半径方向の1/3)

表-4 荷重一覧表 (DCセグメント: SJ46工区)

荷重ケース	換気所施工時		換気所構築完成時	
限界状態	使用限界状態	終局限界状態	使用限界状態	終局限界状態
上載荷重	考慮しない。ただし換気所底版重量は考慮。		地表面に20.0kN/m2を載荷	
土圧、水圧	土水分離、全土被り圧			
自重	対象のセグメント構造から8.33kN/m/ringを載荷			
地盤反力	施工時の影響をうける頂部付近は、地盤ばねを1/10に低減			
内部荷重	－		床版および活荷重を考慮（別途計算）	
トンネル底部の地盤反力	上部掘削に伴う偏荷重に対して、回転に対する安定が確保できるような等変分布荷重を設定		自重に対して自重用地盤ばね、鉛直荷重に対して等分布反力、内部荷重に対して地盤ばね	
近接の影響	掘削による影響を荷重および地盤ばねの変動として考慮		近接構造物の影響を荷重および地盤ばねの変動として考慮	

表-5 荷重一覧表 (DCセグメント: SJ51工区～SJ53工区)

荷重ケース	掘削完了時		構築完了時	
限界状態	使用限界状態	終局限界状態	使用限界状態	終局限界状態
上載荷重	地表面に20.0kN/m ² を載荷			
土圧, 水圧	土水分離, 全土被り圧, 高水位			
自重	対象のセグメント構造から9.65kN/m/ringを載荷			
地盤反力	トンネル深さの各地層に応じて (Toc, Tos, Tog, Ks1-c) 地盤ばねを設定			
内部荷重	—		床版および活荷重を考慮 (別途計算)	
トンネル底部の地盤反力	上部掘削に伴う偏荷重に対して, 回転に対する安定が確保できるような等変分布荷重を設定		自重に対して自重用地盤ばね, 鉛直荷重に対して等分布反力, 内部荷重に対して地盤ばね	
近接の影響	掘削による影響を荷重および地盤ばねの変動として考慮		近接構造物の影響を荷重および地盤ばねの変動として考慮	

2) DC セグメント

DCセグメントで考慮した荷重を表-4, 5 に示す。

a) 掘削完了時における使用限界状態

RCセグメントと同様に, トンネルに通常作用している設計荷重を考慮した。ただし, SJ46工区では換気所, SJ51工区～SJ53工区ではランプ部分の施工の影響についても考慮した。

b) 掘削完了時における終局限界状態

設計荷重に荷重係数を考慮して設定した。

c) 構築完了時における使用限界状態

荷重の算出方法は, 「a) 掘削完了時における使用限界状態」と同じとした。

d) 構築完了時における終局限界状態

設計荷重に荷重係数を考慮して設定した。

(7) 安全係数

安全係数は, 下記①を基本として, ②および③を参考に設定した。

- ①2006年制定 トンネル標準示方書 [シールド工法]・同解説, 土木学会
- ②2006年制定 トンネル標準示方書 [シールド工法]・同解説「第5編 限界状態設計法」について条文制定に関する資料と設計計算例, 2006年9月, 土木学会
- ③トンネルへの限界状態設計法の適用, 2001年5月, 土木学会

1) 使用限界状態

すべての安全係数を 1.0 とした。

2) 終局限界状態

終局限界状態における安全係数は、表-6 に示すように設定した。

a) 材料係数および部材係数

材料係数および部材係数は、先に示した参考資料により設定した。

b) 荷重係数

・鉛直土圧

全土被り荷重を考慮しているため 1.05 とした。

・側方土圧係数

セグメントの設計では、側方土圧係数が小さくなる方が、発生断面力（応力度）が大きくなる傾向にある。このため、安全性の照査では、安全係数により側方土圧係数を小さく評価して照査した。

参考資料①には、0.8～1.0 の範囲として示されていることから、最小値である 0.8 を作用した。

・水圧

水圧に対する荷重係数は、0.9～1.0 が目安であるが、安全側の検討となるように RC セグメントでは曲げ引張で構造が決まることから 0.9、DC セグメントは曲げ圧縮で決まることから 1.0 に設定した。

・自重（セグメント自重）

セグメントは工場製品であり、製作精度が高く、変動も少ないため 1.0 とした。

・上載荷重

上載荷重は、既に開発された地域であるため、大

きな地形の改変がないものと考え 1.1 とした。

・地盤反力係数

参考資料などから、1.0 とした。

・施工時の部分掘削

鉛直土圧は常時の荷重と同様に 1.05 とした。

側方土圧係数は、安全側に評価するため、トンネルの変形が、鉛直方向につぶれる場合は 0.8、反対に鉛直方向にのびる（水平方向につぶれる）場合は 0.2 を加えて 1.2 とした。

・併設トンネルの影響

FEM による計算精度が高いと考え 1.0 とした。

・内部荷重

床板等の施工によるばらつきを考慮し 1.1 とした。

c) 構造解析係数

本検討の構造解析である「はりーばねモデル計算法」は、実績も多く、解析精度も高いと考え、構造解析係数を 1.0 とした。

d) 構造物係数

構造物係数は、検討対象のトンネルの重要度や状況などを考慮して 1.0～1.3 を目安に設定する。検討対象のトンネルは、道路トンネルであるため、不特定多数の第 3 者がトンネル内に入ることから、構造物係数は、1.3 とした。

ただし、SJ46 工区における施工時 DC セグメントの検討については、構造物係数を 1.0 とした。

3) L2 地震時における終局限界状態

L2 地震時の安全係数は、1.0 を基本とし、コンクリートのせん断に対するの部材係数のみ 1.2 とした。

表-6 終局限界状態の照査における安全係数

				鉄筋コンクリート製セグメント		ダクトイルセグメント	
				示方書の目安	設定値	示方書の目安	設定値
材料係数 γ_m	コンクリート			1.20	1.20	—	—
	鉄筋			1.00	1.00	—	—
	鋼材			1.05	1.05	—	—
	球状黒鉛鑄鉄			1.10	1.10	1.10	1.10
	ボルト			1.05	1.05	1.05	1.05
部材係数 γ_b	本体	曲げ		1.10	1.10	1.05	1.05
		せん断	圧縮	1.30	1.30	1.15	1.15
			コンクリート	1.30	1.30	—	—
			鉄筋	1.10	1.10	—	—
			球状黒鉛鑄鉄	—	—	1.15	1.15
	セグメント継手（曲げ）			1.10	1.10	1.10	1.10
	リング継手（せん断）			1.15	1.15	1.15	1.15
	荷重係数 γ_f	土圧	鉛直	緩み土圧	1.0～1.3	—	1.0～1.3
全土被り				1.05	1.05	1.05	1.05
側方土圧係数			0.8～1.0	0.80	0.8～1.0	0.80	
水圧			0.9～1.0	0.90	0.9～1.0	1.00	
自重		1.0～1.1	1.00	1.0～1.1	1.00		
上載荷重		1.0～1.3	1.10	1.0～1.3	1.10		
地盤反力係数		半径方向	0.9～1.0	1.00	0.9～1.0	1.00	
		接線方向	0.9～1.0	1.00	0.9～1.0	1.00	
施工時		部分掘削	鉛直土圧	—	—	1.0～1.3	1.05
			側方土圧係数*	—	—	0.8～1.0	0.80
				—	—	—	1.20
併設トンネルの影響			1.0～1.3	1.00	—	—	
内部荷重（床版荷重）			1.0～1.3	1.10	1.0～1.3	1.10	
構造解析係数 γ_a				1.0～1.1	1.00	1.0～1.1	1.00
構造物係数 γ_i				1.0～1.3	1.30	1.0～1.3	1.30

*：トンネルの変形が、鉛直方向につぶれる場合は 0.8、鉛直方向にのびる場合は 1.2 とする

4. 検討結果

本検討にて実施した限界状態設計法による照査結果および許容応力度法にて行った原設計の照査結果を表-7～10に示す。

検討の結果、SJ46工区については、RCセグメント、DCセグメントともに、原設計の許容応力度設計法による照査結果と限界状態設計法による照査結果が、全般的にはほぼ同程度の安全率となった。

表-7 SJ46工区 RCセグメント照査結果一覧表

ケース			完成時					L2地震時	
			原設計	限界状態設計法				原設計	限界状態
設計法			許容応力	使用限界状態	終局限界状態	許容応力	終局限界	許容応力	終局限界
継手の回転ばね設定方法			軸力無視	軸力無視	軸力考慮	軸力無視	軸力考慮	軸力無視	軸力無視
耐荷性能	主断面	曲げ応力度	0.96	0.99	0.98	—	—	0.70	—
		曲げ耐力	—	—	—	0.81	0.80	—	0.50
		軸圧縮耐力	—	—	—	0.20	0.15	—	0.11
		せん断応力度	0.48	—	—	—	—	0.32	—
		せん断耐力	—	—	—	0.79	0.77	—	0.53
	セグメント継手	曲げ応力度	0.61	0.62	1.09	—	—	0.38	—
		曲げ耐力	—	—	—	0.73	0.91	—	0.47
	リング継手	せん断応力度	0.57	—	—	—	—	0.43	—
		せん断耐力	—	—	—	0.27	0.07	—	0.18
	変形性能		セグメント	内空変位量	—	0.18	0.17	0.24	0.24
変形性能			セグメント継手	目開き	—	0.00	0.04	0.00	0.07
			リング継手	目違い	—	0.19	0.06	0.26	0.07
耐久性	主断面	曲げひび割れ	—	0.76	0.77	—	—	—	—
		せん断ひび割れ	—	0.59	0.58	—	—	—	—

注1) 原設計の照査結果は、許容応力度に対する算定応力度の比率を示す。
注2) 使用限界状態の照査結果は、「応力制限値に対する算定応力度の比率」または「許容値に対する算定値の比率」を示す。
注3) 終局限界状態の照査結果は、安全係数を考慮した、限界値に対する応答値の比率を示す。
注4) 太字の箇所は、「セグメント仕様決定ケース」または「照査結果1.0以上の箇所」を示す。
注5) 原設計のL2地震時は、許容応力度を常時の5割増しとした許容応力度法にて行っている。

表-8 SJ46工区 DCセグメント照査結果一覧表

ケース			換気所施工時			換気所構築完成時		
			原設計	使用限界	終局限界	原設計	使用限界	終局限界
設計法			許容応力	使用限界	終局限界	許容応力	使用限界	終局限界
継手の回転ばね設定方法			軸力考慮					
耐荷性能	主断面	曲げ応力度	0.65	0.69	—	0.46	0.41	—
		曲げ耐力:降伏応力度	—	—	0.70	—	—	0.39
		曲げ耐力:終局耐力	—	—	0.59	—	—	0.33
		軸圧縮耐力	—	—	0.28	—	—	0.29
		せん断耐力	—	—	0.05	—	—	0.04
	セグメント継手	曲げ応力度	0.14	0.22	—	0.00	0.00	—
		曲げ耐力	—	—	0.59	—	—	0.43
	リング継手	せん断応力度	0.76	—	—	0.42	—	—
		せん断耐力	—	—	0.27	—	—	0.24
変形性能	セグメント		内空変位量	—	0.85	1.02	—	0.18
	セグメント継手		目開き	—	0.24	0.33	—	0.04
	リング継手		目違い	—	0.23	0.34	—	0.01

注1)～注4) は、表7と同一である。

表-9 SJ51工区～SJ53工区(外回り) RCセグメント照査結果一覧表

ケース			完成時			L2地震時	
			原設計	使用限界状態	終局限界状態	原設計	限界状態設計法
設計法			許容応力	使用限界状態	終局限界状態	許容応力	終局限界状態
耐荷性能	主断面	曲げ応力度	0.72	0.85	—	0.49	—
		曲げ耐力	—	—	0.68	—	0.52
		軸圧縮耐力	—	—	0.18	—	0.10
		せん断耐力	—	—	0.48	—	0.36
	セグメント継手	曲げ応力度	0.60	0.56	—	0.47	—
		曲げ耐力	—	—	0.76	—	0.54
	リング継手	せん断応力度	0.65	—	—	0.65	—
		せん断耐力	—	—	0.33	—	0.23
変形性能	セグメント		内空変位量	—	0.29	0.36	—
	セグメント継手		目開き	—	0.00	0.00	0.00
	リング継手		目違い	—	0.03	0.03	0.02
耐久性	主断面	曲げひび割れ	—	0.57	—	—	—
		せん断ひび割れ	—	0.49	—	—	—

注1)～注5) は、表7と同一である。

表-10 SJ51工区～SJ53工区(外回り) DCセグメント照査結果一覧表

ケース			上部掘削完了時			上部構築完成時		
			原設計	限界状態設計法		原設計	限界状態設計法	
設計法			許容応力	使用限界	終局限界	許容応力	使用限界	終局限界
耐荷性能	主断面	曲げ応力度	0.88	0.99	—	0.47	0.42	—
		曲げ耐力:降伏応力度	—	—	1.22	—	—	0.43
		曲げ耐力:終局耐力	—	—	0.99	—	—	0.33
		軸圧縮耐力	—	—	0.22	—	—	0.22
		せん断耐力	—	—	0.13	—	—	0.03
	セグメント継手	曲げ応力度	0.89	0.89	—	0.00	0.00	—
		曲げ耐力	—	—	1.20	—	—	0.47
	リング継手	せん断応力度	0.26	—	—	0.42	—	—
		せん断耐力	—	—	0.57	—	—	0.16
変形性能	セグメント	内空変位量	—	0.27	0.44	—	0.39	0.42
	セグメント継手	目開き	—	0.24	0.38	—	0.01	0.03
	リング継手	目違い	—	0.71	1.27	—	0.01	0.02

注1)～注4) は、表7と同一である。

以上から、各種安全係数の設定値は、おおむね妥当であったものと考えられる。

なお、SJ46工区のRCセグメントについては、継手の回転ばねを「軸力を無視して設定した場合」と「軸力を考慮して設定した場合」の2ケースについて検討した。回転ばねの設定方法の違いによる検討結果への影響は、主断面へは小さかったが、継手自体へは大きなものとなった。継手への影響は、回転ばねに軸力を考慮したことで、回転ばね値が大きくなり、継手が負担する曲げモーメントが増加したためである。

SJ46工区のDCセグメントの施工時変形性能については、限界変形量（直径減少量で100mm）を若干上回る変形が算定された。しかし、限界変形量は、車両交通のための建築限界から設定したため、完成時では満足していることから問題ないものとする。

SJ51工区～SJ53工区（外回り）については、SJ46工区と同じ安全係数を用いたが、RCセグメント、DCセグメントともに主断面およびセグメント継手は限界状態設計法の方が厳しい結果となった。

RCセグメントでは、完成時の使用限界状態では主断面、終局限界状態ではセグメント継手が、原設計（許容応力度法）に比べて安全率が小さくなったが、所要の限界値は満足している。

一方、DCセグメントでは、上部掘削完了時の限界状態設計法による照査結果で、主断面およびセグメント継手が所要の限界値を超えることとなった。原設計が短期許容応力度を用いて照査されていたことに対して、使用限界状態や各安全係数を考慮した終局限界状態での照査としたため、一時的な荷重状態の設計において照査方法や安全係数が照査結果に大きく反映されたものと考えている。

5. おわりに

限界状態設計法による設計を行った場合、構造物の薄肉化が図れる可能性が高いと想定していたが、今回の設計においては、許容応力度法で設計した場合より限界状態設計法で設計した場合の方が同等または若干厳しい結果となった。

今回対象としたトンネルは、いずれも洪積地盤中に位置しているため、沖積地盤中に建設するトンネルでは、異なった傾向を示す可能性がある。

設計条件や構造物の要求性能により傾向は変わると考えられるが、今後は限界状態設計法に移行されていくことから、本件のような実績を蓄積し、今後の設計に反映されることが望まれる。

(2012.9.3受付)

A STUDY ON APPLICATION OF THE LIMIT STATE DESIGN METHOD FOR SEGMENTAL LINING OF LARGE SECTION ROAD SHIELD TUNNEL

Hiroshi DOBASHI, Mikio TASAKA, Masahiro YOSHIDA, Kenji MITO
and Hajime MURAKAMI

The segmental lining of shield tunnel have been designed conventionally by the allowable stress design method. However, in recent years many civil engineering structures are designed frequently by the limit state design method or performance based design method. In “STANDARD SPECIFICATIONS FOR TUNNELING : shield tunnels, Japan Society of Civil Engineering”, the limit state design method is described with allowable stress design method.

We checked the existing segmental lining at the Central Circular Shinjuku route of Tokyo Metropolitan Expressway by the limit state design method based on “STANDARD SPECIFICATIONS FOR TUNNELING”. This paper describes the comparison of design results of segmental lining between the limit state design method and the allowable stress design method.