

（別添書類第 5 号）施設等の耐力の計算方法を明らかにした書類

本書類は、大深度地下の公共的使用に関する特別措置法（以下、「大深度法」という。）第 14 条第 2 項第 6 号に掲げる「耐力の計算方法を明らかにした書類」であり、本事業で事業区域に設置する施設が大深度法第 16 条第 6 号に定める耐力を有することを示すものである。

設置する施設が大深度法第 16 条第 6 号に定める耐力を有することを示す方法は、大深度法施行令第 5 条第 1 項及び平成 13 年国土交通省告示（以下、「告示」という。）第 292 号の定めるところによる。

本書類では、耐力を確認する断面を特定し、特定した各断面において設置する施設が大深度法第 16 条第 6 号に定める耐力を有することを示す。

1. 根拠とした基準等の名称

設置する施設に作用する荷重は、大深度法、大深度法施行令、告示第 292 号～第 295 号の他、以下の基準に基づき算定する。

基準Ⅰ）「大深度地下使用技術指針・同解説」（平成 13 年、国土交通省）

また、設置する施設の耐力は、以下の基準に基づき算定する。

基準Ⅱ）「トンネル標準示方書〔シールド工法編〕・同解説」（平成 28 年、土木学会）

基準Ⅲ）「鉄道構造物等設計標準・同解説 シールドトンネル」
（平成 14 年、鉄道総合技術研究所）

基準Ⅳ）「鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル」
（平成 13 年、鉄道総合技術研究所）

基準Ⅴ）「鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物」
（平成 16 年、鉄道総合技術研究所）

また、中央新幹線は、これまでの地下鉄よりもさらに深い空間を活用する計画であり、トンネル構造物の設計にあたっては、安全性、経済性および施工性の観点からの技術的な検討が必要である。そのため、基準Ⅰ）を踏まえ、シールドトンネルの設計手法の検討を行うことを目的とし、有識者の委員会を立ち上げ、以下の基準を定めた。

基準Ⅵ）「中央新幹線 大深度地下シールドトンネル技術検討委員会報告書」
（平成 26 年 12 月、中央新幹線 大深度地下シールドトンネル技術検討委員会）

基準Ⅶ）「中央新幹線 大深度地下シールドトンネル他設計施工の手引き」
（平成 26 年 12 月、中央新幹線 大深度地下シールドトンネル技術検討委員会）

2. 検討区間

本事業では、事業区域にシールドトンネルを設置する。設置するシールドトンネルは、シールド運用計画に基づき、表 5.1 に示す 9 区間（首都圏 6 区間、中部圏 3 区間）に分け、本事業に必要な直径 12.6m 以上のトンネル内空断面を確保し、区間ごとにトンネル外径が最小となるように事業区域を設定する。

表 5.1 検討区間

		区間	
首都圏	①	品川区北品川三丁目～等々力非常口	
	②	等々力非常口～梶ヶ谷非常口	
	③	梶ヶ谷非常口～東百合丘非常口	
	④	東百合丘非常口～片平非常口	
	⑤	片平非常口～小野路非常口	
	⑥	小野路非常口～町田市小山町	
中部圏	⑦	春日井市坂下町四丁目～坂下非常口	
	⑧	坂下非常口～勝川非常口	
	⑨	勝川非常口～名古屋市中区丸の内一丁目	

2.1 セグメント

セグメントは、鉄筋コンクリート製セグメント（以下、「RCセグメント」という。）、合成セグメント、鋼製セグメントのいずれかを採用する。

セグメントは、RCセグメントを基本とし、荷重条件・地盤条件、施工性に応じて、セグメント厚を区間の中で適切に設定する。また、各区間の中の一部において合成セグメントを採用する。鋼製セグメントは、シールドトンネルの施工精度管理のために実施するチェックボーリング箇所、又は必要により非常口との接続部において、RCセグメント又は合成セグメントの代わりに採用する。

区間および割付区間ごとのトンネル外径、セグメントの種類、セグメント厚を表 5.2 に示す。

表 5.2 各割付区間のセグメント種類、セグメント厚

	区間	割付区間（キロ程）	トンネル 外径	セグメント	
				種類	厚さ
首都圏	①	品川区北品川三丁目～1k010m	13.8m	RC	500～600mm
		1k010m～1k280m		RC	550～600mm
		1k280m～3k340m		RC	600mm
		3k340m～4k860m		RC	550～600mm
		4k860m～5k800m		RC	600mm
		5k800m～6k120m		RC	550～600mm
		6k120m～6k600m		RC	600mm
		6k600m～7k080m		RC	550～600mm
		7k080m～7k390m		RC	500～600mm
		7k390m～7k610m		RC	550～600mm
		7k610m～8k080m		RC	600mm
		8k080m～8k240m		RC	500～600mm

	区間	割付区間 (キロ程)	トンネル 外径	セグメント	
				種類	厚さ
首都圏	①	8k240m～8k300m	13.8m	RC	550～600mm
		8k300m～8k440m		RC	600mm
		8k440m～9k030m		RC	550～600mm
		9k030m～等々力非常口		RC	600mm
	②	等々力非常口～12k830m	13.7m	RC	500～550mm
		12k830m～13k500m		RC	550mm
		13k500m～梶ヶ谷非常口		RC	500～550mm
	③	梶ヶ谷非常口～17k080m	13.7m	RC	500～550mm
		17k080m～17k590m		RC	550mm
		17k590m～18k980m		RC	500～550mm
		18k980m～19k110m		RC	550mm
		19k110m～20k600m		RC	500～550mm
		20k600m～21k380m		RC	550mm
		21k380m～東百合丘非常口		合成	500～550mm
	④	東百合丘非常口～21k760m	13.9m	RC	650mm
		21k760m～22k310m		RC	550～650mm
		22k310m～23k360m		RC	500～650mm
		23k360m～23k650m		RC	550～650mm
		23k650m～23k870m		RC	500～650mm
		23k870m～25k090m		RC	550～650mm
		25k090m～片平非常口		RC	650mm
	⑤	片平非常口～25k890m	13.9m	RC	650mm
		25k890m～小野路非常口		RC	600～650mm
	⑥	小野路非常口～29k080m	14.0m	RC	600～700mm
		29k080m～29k200m		RC	500～700mm
		29k200m～29k930m		RC	600～700mm
		29k930m～30k290m		RC	700mm
		30k290m～30k340m		合成	600～700mm
		30k340m～30k760m		RC	700mm
		30k760m～31k130m		RC	600～700mm
		31k130m～31k500m		RC	700mm
		31k500m～32k160m		RC	600～700mm
		32k160m～32k610m		RC	700mm
		32k610m～33k360m		RC	600～700mm
		33k360m～34k180m		RC	700mm

	区間	割付区間 (キロ程)	トンネル 外径	セグメント	
				種類	厚さ
	⑥	34k180m～町田市小山町	14.0m	RC	600～700mm
中部圏	⑦	春日井市坂下町四丁目～267k160m	13.8m	RC	550～600mm
		267k160m～坂下非常口		RC	600mm
	⑧	坂下非常口～267k540m	14.0m	RC	650～700mm
		267k540m～269k380m		RC	700mm
		269k380m～273k530m		RC	650～700mm
		273k530m～275k000m		RC	700mm
		275k000m～勝川非常口		RC	650～700mm
		勝川非常口～278k060m		14.0m	RC
	278k060m～278k910m	RC	600～700mm		
	278k910m～279k260m	RC	700mm		
	279k260m～279k560m	RC	600～700mm		
	279k560m～280k150m	RC	650～700mm		
	280k150m～280k500m	RC	600～700mm		
	280k500m～280k900m	RC	700mm		
	280k900m～281k360m	RC	600～700mm		
	281k360m～281k690m	RC	650～700mm		
	281k690m～281k980m	RC	600～700mm		
	281k980m～282k290m	RC	700mm		
	282k290m～283k000m	RC	600～700mm		
	283k000m～283k740m	RC	700mm		
283k740m～283k960m	RC	650～700mm			
283k960m～ 名古屋市中区丸の内一丁目	合成	600～700mm			

※セグメント厚において、範囲を記す割付区間では最小の厚さを基本とするが、セグメント厚さの範囲内で適切な厚さに変更する場合がある。

3. 耐力を確認する断面の特定

区間①～⑨において、設置する施設の頂面において作用する荷重に対する必要な耐力が最も大きくなる断面（以下、耐力確認断面と記載）を特定し、耐力の確認を行う。荷重条件・地盤条件、施工性、施工精度管理の観点により、同一区間内で異なる種類又は厚さの異なるセグメントを採用する場合には、セグメントの種類又は厚さごとに必要な耐力が最も大きくなる断面を特定し、耐力の確認を行う。耐力確認断面の特定は、設置する施設の頂面において作用する荷重及び地盤条件に基づいて行う。

3.1 設置する施設の頂面において作用する荷重

設置する施設の頂面において作用する荷重（以下、「頂面荷重」とする。）は、告示第 292 号の定めるところにより、通常の建築物の建築により作用する荷重、土圧及び水圧をそれぞれ合計する。詳細を添付資料に示す。

3.2 地盤条件

基準Ⅲ) に基づき、シールドトンネルの設計では地盤反力を考慮する。

シールドトンネルが通過する地層の変形係数（ボーリング調査結果に基づく）より、前記の基準Ⅵ) の委員会の報告書に基づき地盤反力係数を算定する。

3.3 断面の特定

頂面荷重及び地盤条件に基づき、耐力確認断面を特定した。

特定した断面および耐力の確認を行うにあたり設定するセグメント厚は、以下のとおりである。詳細を添付資料に示す。

3.3.1 RC セグメント

表 5.3 特定した耐力確認断面 (RC セグメント)

	区間	断面番号	トンネル 外径	セグメント 厚	地盤反力 係数	頂面荷重
首都圏	①	断面①-1	13.8m	600mm	約 164MN/m ³	約 1163kN/m ²
		断面①-2		500mm	約 100MN/m ³	約 915kN/m ²
		断面①-3		600mm	約 100MN/m ³	約 1109kN/m ²
		断面①-4		550mm	約 100MN/m ³	約 1035kN/m ²
		断面①-5		600mm	約 79MN/m ³	約 1031kN/m ²
	②	断面②-1	13.7m	500mm	約 79MN/m ³	約 892kN/m ²
		断面②-2		550mm	約 250MN/m ³	約 1026kN/m ²
	③	断面③-1	13.7m	550mm	約 250MN/m ³	約 985kN/m ²
		断面③-2		500mm	約 129MN/m ³	約 894kN/m ²
		断面③-3		550mm	約 286MN/m ³	約 1127kN/m ²
	④	断面④-1	13.9m	650mm	約 284MN/m ³	約 1216kN/m ²
		断面④-2		550mm	約 283MN/m ³	約 1018kN/m ²
		断面④-3		500mm	約 208MN/m ³	約 826kN/m ²
	⑤	断面⑤-1	13.9m	650mm	約 484MN/m ³	約 1352kN/m ²
		断面⑤-2		650mm	約 266MN/m ³	約 1341kN/m ²
		断面⑤-3		600mm	約 265MN/m ³	約 1149kN/m ²
		断面⑤-4		600mm	約 293MN/m ³	約 1185kN/m ²

	区間	断面番号	トンネル 外径	セグメント 厚	地盤反力 係数	頂面荷重
首都圏	⑥	断面⑥-1	14.0m	600mm	約 292MN/m ³	約 1115kN/m ²
		断面⑥-2		500mm	約 290MN/m ³	約 640kN/m ²
		断面⑥-3		700mm	約 151MN/m ³	約 1386kN/m ²
		断面⑥-5		600mm	約 151MN/m ³	約 974kN/m ²
		断面⑥-6		600mm	約 333MN/m ³	約 1127kN/m ²
		断面⑥-7		600mm	約 273MN/m ³	約 1101kN/m ²
中部圏	⑦	断面⑦-1	13.8m	550mm	約 133MN/m ³	約 991kN/m ²
		断面⑦-2		600mm	約 134MN/m ³	約 1017kN/m ²
	⑧	断面⑧-1	14.0m	700mm	約 133MN/m ³	約 1352kN/m ²
		断面⑧-2		650mm	約 60MN/m ³	約 1061kN/m ²
		断面⑧-3		700mm	約 60MN/m ³	約 892kN/m ²
	⑨	断面⑨-1	14.0m	650mm	約 60MN/m ³	約 1025kN/m ²
		断面⑨-2		700mm	約 33MN/m ³	約 1030kN/m ²
		断面⑨-3		650mm	約 33MN/m ³	約 985kN/m ²
		断面⑨-4		600mm	約 33MN/m ³	約 1011kN/m ²
		断面⑨-5		650mm	約 86MN/m ³	約 1081kN/m ²

3.3.2 合成セグメント

合成セグメントは、荷重条件・地盤条件により、区間③、⑥、⑨の一部割付区間に採用する。

特定した断面および耐力の確認を行うにあたり設定するセグメント厚は、以下のとおりである。詳細を添付資料に示す。

表 5.4 特定した耐力確認断面（合成セグメント）

	区間	断面番号	トンネル 外径	セグメント 厚	地盤反力 係数	頂面荷重
首都圏	③	断面③-4	13.7m	500mm	約 285MN/m ³	約 1217kN/m ²
	⑥	断面⑥-4	14.0m	600mm	約 151MN/m ³	約 1422kN/m ²
中部圏	⑨	断面⑨-6	14.0m	600mm	約 21MN/m ³	約 1122kN/m ²

3.3.3 鋼製セグメント

鋼製セグメントは、チェックボーリング箇所、又は必要により非常口との接続部において RC セグメント又は合成セグメントの代わりに採用するセグメントである。鋼製セグメントの耐力の確認は、首都圏および中部圏において設計条件が最も厳しくなる断面で行う。なお、特定し

た断面および耐力の確認を行うにあたり設定するセグメント厚は、以下の通りである。詳細を添付資料に示す。

表 5.5 特定した耐力確認断面（鋼製セグメント）

	区間	断面番号	トンネル 外径	セグメント 厚	地盤反力 係数	頂面荷重
首都圏	⑥	断面⑥-4	14.0m	500mm	約 150MN/m ³	約 1423kN/m ²
中部圏	⑨	断面⑨-6	14.0m	500mm	約 21MN/m ³	約 1124kN/m ²

4. 応力の算定

「3.3 断面の特定」で特定した各断面において、シールドトンネルのセグメントを構成する各部材に発生する応力（以下、「発生応力」という。）を算定する。

頂面荷重に対して、基準Ⅱ）、Ⅲ）の算定方法により発生応力を算定する。

算定した発生応力は、以下のとおりである。詳細を添付資料に示す。なお、表 5.2 に示すセグメント厚の範囲で、表 5.3～表 5.5 に示すセグメント厚と異なる厚さを採用する場合は、当該割付区間における発生応力が許容応力度以下であることを確認する。

4.1.1 RC セグメント

表 5.6 算定した発生応力（RC セグメント）

	区間	断面番号	トンネル 外径	セグメ ント厚	最大発生応力	
					コンクリート	鉄筋
首都圏	①	断面①-1	13.8m	600mm	約 16N/mm ²	約-215N/mm ² から-97N/mm ²
		断面①-2		500mm	約 16N/mm ²	約-218N/mm ² から-92N/mm ²
		断面①-3		600mm	約 15N/mm ²	約-212N/mm ² から-85N/mm ²
		断面①-4		550mm	約 15N/mm ²	約-210N/mm ² から-100N/mm ²
		断面①-5		600mm	約 16N/mm ²	約-216N/mm ² から-68N/mm ²
	②	断面②-1	13.7m	500mm	約 16N/mm ²	約-214N/mm ² から-87N/mm ²
		断面②-2		550mm	約 16N/mm ²	約-217N/mm ² から-102N/mm ²
	③	断面③-1	13.7m	550mm	約 15N/mm ²	約-210N/mm ² から-98N/mm ²
		断面③-2		500mm	約 16N/mm ²	約-212N/mm ² から-100N/mm ²
		断面③-3		550mm	約 16N/mm ²	約-219N/mm ² から-112N/mm ²
	④	断面④-1	13.9m	650mm	約 15N/mm ²	約-216N/mm ² から-96N/mm ²
		断面④-2		550mm	約 16N/mm ²	約-215N/mm ² から-106N/mm ²

	区間	断面番号	トンネル外径	セグメント厚	最大発生応力		
					コンクリート	鉄筋	
首都圏	④	断面④-3	13.9m	500mm	約 16N/mm ²	約-217N/mm ² から -95N/mm ²	
		⑤		断面⑤-1	13.9m	650mm	約 16N/mm ²
	断面⑤-2		650mm	約 16N/mm ²		約-219N/mm ² から -109N/mm ²	
	断面⑤-3		600mm	約 15N/mm ²		約-212N/mm ² から -99N/mm ²	
	断面⑤-4		600mm	約 16N/mm ²		約-217N/mm ² から -99N/mm ²	
	⑥	断面⑥-1	14.0m	600mm	約 16N/mm ²	約-216N/mm ² から -72N/mm ²	
		断面⑥-2		500mm	約 14N/mm ²	約-196N/mm ² から -70N/mm ²	
		断面⑥-3		700mm	約 16N/mm ²	約-219N/mm ² から -83N/mm ²	
		断面⑥-5		600mm	約 15N/mm ²	約-208N/mm ² から -56N/mm ²	
		断面⑥-6		600mm	約 15N/mm ²	約-210N/mm ² から -90N/mm ²	
		断面⑥-7		600mm	約 16N/mm ²	約-215N/mm ² から -99N/mm ²	
	中部圏	⑦	断面⑦-1	13.8m	550mm	約 16N/mm ²	約-219N/mm ² から -58N/mm ²
			断面⑦-2		600mm	約 16N/mm ²	約-213N/mm ² から -54N/mm ²
		⑧	断面⑧-1	14.0m	700mm	約 15N/mm ²	約-215N/mm ² から -82N/mm ²
断面⑧-2			650mm		約 16N/mm ²	約-216N/mm ² から -23N/mm ²	
断面⑧-3			700mm		約 16N/mm ²	約-204N/mm ² から 54N/mm ²	
⑨		断面⑨-1	14.0m	650mm	約 16N/mm ²	約-216N/mm ² から -34N/mm ²	
		断面⑨-2		700mm	約 16N/mm ²	約-218N/mm ² から 14N/mm ²	
		断面⑨-3		650mm	約 16N/mm ²	約-216N/mm ² から -11N/mm ²	
		断面⑨-4		600mm	約 16N/mm ²	約-215N/mm ² から -60N/mm ²	
		断面⑨-5		650mm	約 15N/mm ²	約-211N/mm ² から -31N/mm ²	

4.1.2 合成セグメント

表 5.7 算定した発生応力（合成セグメント）

	区間	断面番号	トンネル外径	セグメント厚	最大発生応力	
					コンクリート	鋼材
首都圏	③	断面③-4	13.7m	500mm	約 14N/mm ²	約-186N/mm ² から -56N/mm ²
	⑥	断面⑥-4	14.0m	600mm	約 16N/mm ²	約-234N/mm ² から -67N/mm ²
中部圏	⑨	断面⑨-6	14.0m	600mm	約 15N/mm ²	約-227N/mm ² から 56N/mm ²

4.1.3 鋼製セグメント

表 5.8 算定した発生応力（鋼製セグメント）

	区間	断面番号	トンネル外径	セグメント厚	最大発生応力
					鋼材
首都圏	⑥	断面⑥-4	14.0m	500mm	約-258N/mm ² から -60N/mm ²
中部圏	⑨	断面⑨-6	14.0m	500mm	約-263N/mm ² から 72N/mm ²

5. 耐力の確認結果

「4. 応力の算定」で算定したセグメントを構成する各部材の発生応力は、全てその部材の許容応力度（添付資料の設計計算書に示す。）の範囲内である。特定したすべての断面で、告示第 292 号に定める頂面荷重に対して、十分な耐力を有することを確認した。

6. 結論

「1. 根拠とした基準等の名称」～「5. 耐力の確認結果」のとおり、本事業で事業区域に設置する施設が、大深度法第 16 条第 6 号に定める耐力を有することを確認した。