

シールド工法指針

【昭和44年制定】



土木学会

序

都市再開発の有力な手段として、地下鉄道、上下水道、電力、通信、ガス、共同溝および地下道など都市内におけるトンネル工事の必要性がますます高まっていることは、周知のとおりである。

最近、都市内の路面交通確保の必要性、振動、騒音、等の公害防止および地下既設構造物との交差または近接作業の困難性、等のため、工事施工条件が急激に変化し、開さく工法に代るものとして、シールド工法の開発が促進されたといえよう。

シールド工法は、元来河底や海底トンネルなどの、きわめて悪質の地盤における高度のトンネル技術として考案され、また開発されたものであるが、最近は上記の理由から、都市内において広く用いられるようになったので、さらにいろいろの問題点が明らかになり、したがって、その研究と解明の必要にせまられてきた。

土木学会トンネル工学委員会では昭和39年3月、山岳トンネルを主体とし、トンネル標準示方書を制定以来、シールドトンネルについても昭和40年9月シールド工法小委員会を設け、調査研究を行ってきたが、現時点におけるシールド工法の実態と傾向を知るために、昭和41年11月「わが国シールド工法の実施例・第1集」が刊行された。その後標準示方書作成の足がかりとしてシールド工法指針の作成準備にとりかかり、4分科会を設置し、委員各位の非常なご努力により今回「シールド工法指針」を刊行する運びとなったのであるが、周知のごとくシールド工法は、今なお進歩発展の途上にあるもので、今回の指針も、標準示方書のごとく、シールド工事の当事者を拘束するものではなく、あくまで指針にとどまって、将来、本工法発展の足がかりを与えようとするものである。

幸いに本指針の刊行を契機として、トンネル技術の研究が活発となり、近い将来に指針が改訂され、さらに標準示方書が制定される機運に至ることを委員一同念願してやまないものである。

トンネル工事の企業者、施工業者の各位が本指針の精神をくみとられ、安全に、より経済的に工事が行なわれることを祈願して序にかえる次第である。

昭和 44 年 11 月

土木学会トンネル工学委員会

委員長 藤井松太郎

シールド工法指針の適用について

わが国におけるシールド工法は、都市内におけるトンネル工事の有効な工法として急速に普及してきた。

ここ数年の間に数百件の実施例を見るに至り、ようやく一般的なトンネル工法の段階に入ろうとしているが、今日まで共通の研究も少なく、したがって統一的な示方書も作られなかった。

しかし、各種のシールド工事の間には、おのずから共通した点もきわめて多いが、示方書とするためには、さらに総合的に研究を進めていく必要があり、とりあえず指針とした。

工事の示方書は、その工事に適合したものでなければならないが、この指針がすべての場合を網羅することはできないので、その適用にあたっては、この指針の精神をよく理解し、必要があれば実験やその他の研究を行なったうえで、適切な修正を加えて、活用をはからなければならない。

この指針は主として都市部における在来の各種シールド工事における事例をもとに標準を見出して作成したものであるから、今後この指針を足がかりとして、山岳トンネル部のシールド工法をも含めた指針、または示方書とすることが望ましい。

示方書は、工事の企業者が施工者に条件として示し、両者の権利義務を明らかにするために用いられるのが通常であるが、この指針の各条はすべて両者の区分をしないで、広義の工事担当者が、シールド工事にあたって守らなければならない事項が示されている。

したがって、これを請負工事に適用する際は、必要に応じて適宜条項を加除して用いなければならない。

土木学会トンネル工学委員会構成 (50音順)

委員長	藤井松太郎	幹事長	加納俊二	
委員	安藤道夫	足立貞彦	秋草勲	伊藤富雄
	伊吹山四郎	飯吉精一	池田一郎	今西誠也
	内田襄	遠藤浩三	小栗良知	小宅習吉
	大平拓也	大山忠	神田精夫	北村市太郎
	北山昇	高坂紫朗	佐藤和雄	斎藤徹
	坂根稟一郎	坂本貞雄	島田隆夫	鈴木嬰吉
	住友彰	関好正	田中治雄	高橋彦治
	富井義郎	奈須川丈夫	南部繁春	西嶋国造
	浜建介	原口正一	比留間豊	堀江実信
	前田弘	丸安隆和	宮内義人	宮崎政三
	村上良丸	村山朔郎	森宜制	横山浩雄
	和仁達美	渡部雅		

トンネル工学委員会

シールド工法小委員会構成 (50音順)

委員長	◎西嶋国造	副委員長	◎遠藤浩三	
委員	秋山二郎	秋山藤三郎	浅間達雄	雨沢道雄
	新井雅美	井上六郎	池田一郎	池田俊雄
	石黒健	稲場紀久雄	稲見悦彦	宇野正
	宇野浩彰	◎小竹秀雄	小宅習吉	加藤景一郎
	萱原博美	川崎迪一	北村誠一	黒沢重男
	小林幸蔵	◎小林正一	佐藤広陸	坂野五郎
	坂根稟一郎	士堅秀	島田隆夫	田中裕康
	◎田中壬子也	高橋信一	高見敬一	滝沢庄二
	竹山喬	立石俊雄	◎鳥羽秀雄	富井義郎
	中川義徳	永井善雄	西村武夫	沼田政矩
	橋本庄市	平尾重信	平岡治郎	平島高義
	星野晃次	松岡泰三	松岡正次	宮田弘之介
	◎村上博智	村山朔郎	甕哲司	◎山本稔
	◎吉川新吉	渡辺三千雄	増田義孝*	福井正憲*
	◎印主査兼任	◎印幹事兼任	*臨時委員	

シールド工法指針

目 次

第 1 編 総 論	1
第 1 章 総 則	1
1.1.1 シールド工法の基本	1
1.1.2 適用の範囲	1
1.1.3 関連法規	2
第 2 章 調 査	3
1.2.1 調査の意義	3
1.2.2 立地条件調査	3
1.2.3 支障物件調査	4
1.2.4 地形および地質調査	5
第 3 章 計 画	8
1.3.1 トンネル内空および断面形状と大きさ	8
1.3.2 トンネルの線形	11
1.3.3 トンネルの最小土かぶり	13
1.3.4 トンネルの勾配	13
1.3.5 シールドの選択	14
1.3.6 覆 工	15
1.3.7 トンネルの付属設備	15
1.3.8 圧気とその他補助工法	16
1.3.9 作業坑と工事基地	17
1.3.10 沿道対策	18
1.3.11 工 程	19
1.3.12 観測, 測定, 工事記録	19
第 2 編 覆工およびセグメント	21
第 1 章 総 則	21

2.1.1	適用範囲	21	2.6.2	縦リブ	47
2.1.2	覆工およびセグメント	21	2.6.3	継手構造	47
2.1.3	設計計算の基本	22	2.6.4	漏水防止	48
2.1.4	名 称	23	2.6.5	注 入 孔	48
2.1.5	記 号	25	2.6.6	吊 手	49
第 2 章	材 料	27	2.6.7	継手角度	49
2.2.1	材 料	27	2.6.8	テーパ量	49
2.2.2	材料の試験	29	第 7 章	セグメントの製作	50
第 3 章	許容応力度	30	2.7.1	一般事項	50
2.3.1	許容応力度	30	2.7.2	溶 接	50
2.3.2	許容応力度の割増し	32	2.7.3	鑄 造	51
2.3.3	材料のヤング係数	33	2.7.4	コンクリートの品質管理	51
第 4 章	荷 重	33	2.7.5	セグメントの寸法精度	51
2.4.1	荷重の種類	33	2.7.6	検 査	52
2.4.2	土 圧	34	2.7.7	セグメントの記号	54
2.4.3	水 圧	36	2.7.8	塗 装	54
2.4.4	自 重	36	第 8 章	セグメントの貯蔵および運搬	54
2.4.5	上載荷重の影響	37	2.8.1	一般事項	54
2.4.6	内部荷重	37	2.8.2	貯 蔵	54
2.4.7	抵抗土圧	37	2.8.3	荷 造 り	55
2.4.8	ジャッキ推力	38	2.8.4	運 搬	55
2.4.9	地震の影響	39	第 3 編	シールド	57
2.4.10	その他の荷重	39	第 1 章	形式と構成	57
第 5 章	構造計算	40	3.1.1	シールドの形式と選定	57
2.5.1	荷重の選定	40	3.1.2	シールドの構成	58
2.5.2	断面力の算定	40	第 2 章	設計の基本	59
2.5.3	スキンプレートの計算	41	3.2.1	荷 重	59
2.5.4	スキンプレートの有効幅	42	3.2.2	構造設計	60
2.5.5	剛性の低下	43	3.2.3	シールドの重量	61
2.5.6	主桁の応力	43	第 3 章	シールド本体	62
2.5.7	継手の計算	44	3.3.1	シールドの長さ	62
2.5.8	縦リブの計算	44	3.3.2	シールドの外径	63
第 6 章	設計細目	45	3.3.3	作業用スペース	64
2.6.1	セグメントの形状寸法	45			

3.3.4	刃口部	65
3.3.5	ガーダー部	65
3.3.6	テール部	66
3.3.7	柱, デッキ	67
第4章	推進機構	67
3.4.1	総推進力	67
3.4.2	シールドジャッキの選定と配置	68
3.4.3	シールドジャッキのストローク	69
3.4.4	スプレッダー	69
3.4.5	シールドジャッキの作動速度	69
第5章	山留機構	70
3.5.1	山留機構の選定	70
3.5.2	山留機構の機能	70
3.5.3	切羽ジャッキの配置	71
3.5.4	切羽ジャッキのストローク	71
第6章	エレクター	72
3.6.1	エレクターの選定	72
3.6.2	エレクターの能力	75
3.6.3	セグメント組立て用補助機構	76
第7章	油圧機構	76
3.7.1	油圧機器の選択	76
3.7.2	油圧の選定	77
3.7.3	油圧ポンプの選択	77
3.7.4	油圧モーターの選択	77
3.7.5	油圧ジャッキ	78
3.7.6	油圧回路	78
3.7.7	油圧作動油	79
第8章	付属機構	79
3.8.1	操縦装置	79
3.8.2	測量装置	80
3.8.3	テールパッキング	80
3.8.4	ベルトコンベヤ	80
3.8.5	土砂掘さく, 積込み機械	81
第9章	機械掘りシールド	81

3.9.1	機械掘りシールドの種類と機構	81
3.9.2	切さく機構	82
3.9.3	切さく抵抗	83
第10章	シールドの製作	83
3.10.1	製作一般	83
3.10.2	シールド本体	84
3.10.3	機器	84
3.10.4	工場仮組立て, および現場組立て	85
3.10.5	検査	86
第4編	施工および施工設備	89
第1章	総則	89
4.1.1	施工計画	89
4.1.2	施工法の変更	89
第2章	測量	90
4.2.1	坑外測量	90
4.2.2	坑内測量	91
4.2.3	推進管理測量	92
第3章	施工	93
4.3.1	作業坑	93
4.3.2	掘さくと山留	95
4.3.3	ずり出し	97
4.3.4	推進	98
4.3.5	一次覆工	100
4.3.6	裏込め注入工	101
4.3.7	防水工	102
4.3.8	二次覆工	104
4.3.9	地下切広げと地下接合	104
第4章	地山安定処理工法	105
4.4.1	地山安定処理	105
4.4.2	地下水位低下工法	106
4.4.3	注入工法	107
4.4.4	凍結工法	107
第5章	圧気工法	108

4.5.1	圧気工法の効果	108
4.5.2	圧気工法と土質との関連	108
4.5.3	空気圧と空気消費量	110
4.5.4	漏気対策	111
第 6 章	地盤沈下と、その防止対策	113
4.6.1	地盤沈下と、その防止対策	113
4.6.2	既設構造物の沈下防止対策	114
第 7 章	坑外設備	114
4.7.1	坑外設備	114
4.7.2	低圧空気設備	115
4.7.3	高圧空気設備	117
4.7.4	材料置場および倉庫	117
4.7.5	ずり搬出および材料搬入設備	118
4.7.6	電力設備	119
4.7.7	連絡通信設備	120
第 8 章	坑内設備	120
4.8.1	坑内設備	120
4.8.2	ロック設備	121
4.8.3	運搬設備	122
4.8.4	排水設備	125
4.8.5	掘さく、ずり積設備	125
4.8.6	一次覆工設備	126
4.8.7	裏込め注入設備	126
4.8.8	二次覆工設備	127
4.8.9	後方台車	127
4.8.10	照明設備	128
第 9 章	施工管理	128
4.9.1	工程管理	128
4.9.2	品質管理	129
4.9.3	作業管理	130
4.9.4	安全衛生管理	131
4.9.5	公害対策	134

第 1 編 総 論

第 1 章 総 則

1.1.1 シールド工法の基本

シールド工法は、その目的に適合し、安全かつ経済的に行なわれるものでなければならない。

【解 説】 シールド工法は、河・海底などの軟弱地盤、帯水地盤にトンネルを施工する目的で開発されたものであるが、工事中地上におよぼす影響を少なくすることができるので、この目的のみで使用されることが多い。

シールド工法は地山の条件（土質、地層構成、地下水状態、等）や地表状況などに左右される要素がきわめて多いので、その調査、計画、設計および施工に際しては、これらを十分考慮して行なわなければならない。

シールド工法が登場したのは 19 世紀はじめで、その歴史はかなり古い。理論的解析もかなりの程度まで行なわれ、合理的、経済的な設計方法がとられているが、まだまだ不十分で未知数のところも多い。

わが国において、シールド工法がはじめて本格的に実施されたのは、1939～1944 年の関門鉄道トンネルであるが、広範囲にわたって積極的に採用されはじめたのは 1960 年以降である。

1.1.2 適用の範囲

この指針は、シールド工法の調査、計画、設計、および施工についての一般的な標準を示すものである。

【解 説】 ここにいうシールド工法とは、シールドを用いて行なうトンネル工事をいう。この指針は、シールド工法の一般的な標準を示したものであり、従来の理論や実績から判断して妥当と考えられるものであるが、細部については責任技術者の判断にゆだねられるべき事項が多い。圧入工法、等、標準的なシールド工法以外のものについても、この指針を準用してよい。