

土木研究所資料

地下空間利用の現状に関する調査報告書

昭和63年9月

建設省土木研究所
道路部 トンネル研究室
河川部 総合治水研究室

Copyright © (1988) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted,
nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

地下空間利用の現状に関する調査報告書

トンネル研究室 室長 水谷 敏 則

研究員 真 下 英 人

総合治水研究室 室長 吉 本 俊 裕

研究員 井 出 康 郎

要 旨

本報告書は、土木施設としての地下空間の利用に関して文献等による実態調査を行い、地下空間の利用状況を施設の利用目的、規模、深度、施工法等の面から整理するとともに、ヒアリング等の調査により、地下利用技術の現状を把握して今後の地下利用に必要な技術的検討課題を抽出し、その結果をとりまとめたものである。

キーワード：地下空間、利用実態、NATM、シールド、開削工法

目 次

1. まえがき	1
2. 地下空間利用の現状に関する調査	3
2.1 調査方法	3
2.2 調査結果	5
2.2.1 地下空間の利用実態	5
2.2.2 地下特性と地下利用形態との関連	9
2.2.3 地下利用技術の現状	11
2.2.4 今後の地下利用に必要な技術的課題	13
3. ま と め	17

1. まえがき

国土利用面での積極的な対応が必要とされている現在、地下空間は我が国の狭小な国土を有効に活用するための貴重な空間資源として大きな期待が寄せられている。また、地下空間には単に地上空間の代替空間としてばかりでなく、地下の持つ特性と技術の進歩とが相まった新しい空間としての開発利用も期待されている。特に、都市部においては、地下空間はこれまでは主として地下街・駐車場等の都市施設、道路・鉄道等の交通施設、電力・ガス・上下水道等のライフライン、放水路・地下調節池等の防災施設として利用されてきたが、高密度化の進む状況を考えると、今後、これらの地下利用方法は大規模化、大深度化、幅狭化することは避けられず、新たな地下利用技術の開発が必要となる。

以上のような状況を踏まえて、建設省総合技術開発プロジェクトとして「地下空間の利用技術の開発」を昭和62年度からスタートさせ、建設省土木研究所ではその一環として今後の地下空間の土木施設としての合理的で安全な開発利用の在り方を探ることを目的とした研究を進めている。この研究の全体計画では、図-1に示す研究フローにしたがって、まず、地下空間の利用技術の現状把握を行うとともに、今後の地下空間利用に当たっての技術的課題を抽出する。次に、地下利用施設の種類、規模等に関する地下空間の利用形態と地下特性、地上の土地利用状況との関係について検討を加え、今後の地下空間の利用方法としてどのようなものが考えられるかニーズの把握を行う。最後に、地下利用施設として自動車専用道路、放水路等を想定したケーススタディを行い、経済、技術等の各側面から地下空間を利用することの長所短所を検討する。また、この研究の各過程で得られる成果は、並行して進められる地下空間利用のための調査、設計、施工、運用等の技術開発へ反映させるとともに技術開発から得られる成果をケーススタディを行う段階でフィードバックさせ、地下空間の開発利用の在り方といったソフトの面と技術開発といったハードの面との互いの調整を図りながら研究を進める。

本報告書は以上のような研究の流れの中の、主として1. 地下利用に関する実態把握およびその課題、2. 地下特性、地上の土地利用状況と利用形態との関係について検討を加えたものであり、地下空間の利用に関して行った実態調査等の結果から現状における地下空間の利用方法、地下特性と地下空間利用形態との関連について整理するとともに、地下空間利用技術の現状を把握して今後の地下空間利用に必要な技術的課題を抽出し、その結果をとりまとめた。

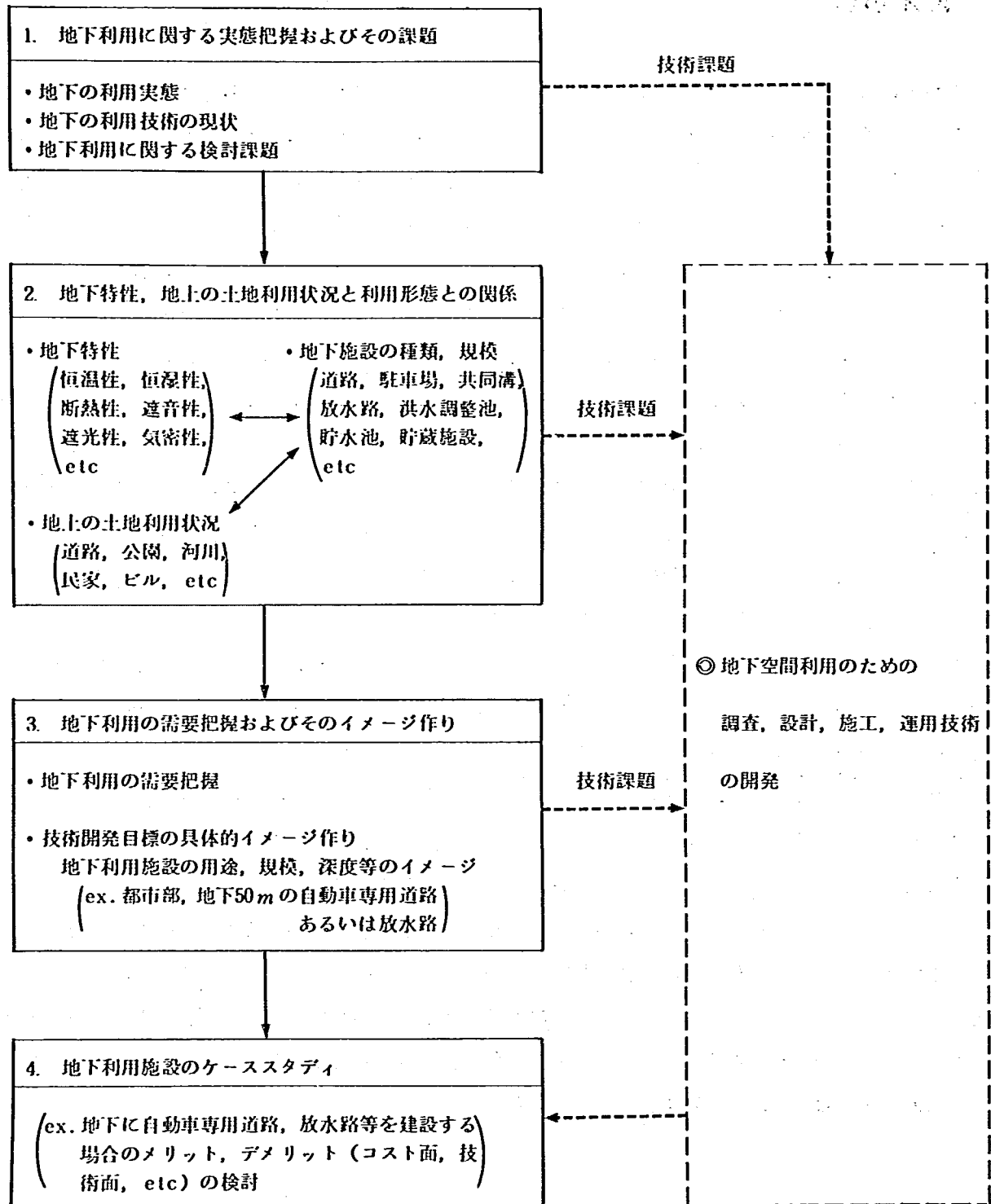


図-1 研究フロー図(今後の地下空間の開発利用の在り方)

2. 地下空間利用の現状に関する調査

2.1 調査方法

地下空間の利用方法に関する実態調査は、対象とする地下空間利用施設を

- ① 業務施設（オフィス、地下街、地下駐車場、ホテル、会議等）
- ② 道路施設（半地下道路、地下道路）
- ③ 鉄道施設（地下鉄道、地下駅）
- ④ 河川施設（地下河川、地下調整池）
- ⑤ 供給処理・通信施設（エネルギー供給、廃棄物運搬、貨物運搬、キャブ、共同溝、上下水道等）
- ⑥ 生産・貯蔵施設（地下工場、地下発電所、エネルギー貯蔵、食料貯蔵）
- ⑦ 地下水貯蔵施設（地下ダム）

に分類し、土木構造物を主対象に、規模の大きいもの、特異性のあるもの、最近話題になっているものを中心として、供用中、建設中、計画中及び構想の各段階にあるものを文献等により調査した。調査対象となった施設の内訳は表－１のとおりであり、調査した施設の概要は巻末の参考資料に資料番号とともに示した。

今後の積極的な地下利用のために必要な技術については、前記文献等による実態調査の他、地下開発に係わる現行の技術基準、指針等の調査（トンネル標準示方書等総数47文献）ならびに施工担当技術者に対するヒアリング調査（国内の建設会社14社）により、現状技術のレベルおよび適用範囲を検討するとともに今後の技術的検討課題を抽出した。ヒアリング調査は以下の質問項目に添って、各技術者の考え、予測および企業として公開できる研究、検討内容を述べてもらった。

表－１ 調査対象施設内訳表（土木構造物）

	国 内				国 外				計
	供用中	建設中	計画中	構 想	供用中	建設中	計画中	構 想	
業 務 施 設	7	6			4				17
道 路 施 設	2	2	2	1	1				8
鉄 道 施 設	3	1			1				5
河 川 施 設	5	2	1	1					9
供給処理・通信施設	2	2				5			9
生産・貯蔵施設	4	2			4			1	11
地下水貯蔵施設	2	1					2		5
計	25	16	3	2	10	5	2	1	64

ヒアリング調査質問項目

- (A) ニューフロンティアとして地下空間の利用が話題になっていますが、現在の技術レベル、近未来の技術レベルではどのような地下空間の利用が考えられるでしょうか？
- (B) 地下空間の利用技術として NATM、シールド工法、開削工法を考えた場合、都市部では現在の技術でどの程度の断面積、深度まで施工可能だと思いますか？また、近未来的に予測される技術ではどの程度まで可能だと思いますか？
- (C) 都市部での NATM、シールド工法、開削工法を考えた場合、文献等を参考にすれば、今後の技術的課題として以下のものが挙げられると思います。これらの課題に対する対応についてお考えをお聞かせください。また、項目は、これらで十分であると思いますか？あるいは他に加えるものがありますか？

(NATM)

- ① 機械化施工での掘進速度の向上
- ② 高い地下水圧を事前に処理する技術の開発
- ③ 周辺地山安定化技術の向上
- ④ 経済的な地盤安定処理技術の開発

(シールド工法)

- ① 超大断面シールドの開発
- ② 掘進延長の長大化
- ③ 無人化施工技術の向上
- ④ 高い地下水圧に対する耐水圧性
- ⑤ 経済的な地盤安定処理技術の開発
- ⑥ 切羽前方の地盤調査技術の開発

(開削工法)

- ① 水中施工技術の開発
- ② 無人化施工技術の開発（ニューマチックケーソン工法）
- ③ 経済的なアンダーピニング技術の開発
- ④ 路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発

(注) NATMの場合は沖積層を対象外としてヒアリングを行った。

2.2 調査結果

2.2.1 地下空間の利用実態

表-2は地下空間の利用方法に関して行った実態調査に基づき、国内の各施設を計画位置、深度、施設規模、地質、施工法、地表の利用状況について整理したものである。

この表から、現在国内で供用中または建設中の各施設について以下のことがわかった。

- ・計画位置……………多くの施設は都市部における利用となっている。
- ・深度……………都市部では地下40 m 程度までの空間において鉄道施設（地下鉄）、河川施設、供給処理・通信施設等の利用が集中している。
- ・施設規模……………都市部の鉄道および河川施設等の線状の構造物の掘削断面積は100 m²程度（円形に換算して口径約11 m）までである。なお、道路施設、河川施設のうち開削工法によるものについては300～500 m²の実績がある。
- ・地 質……………都市部においては土砂、山岳部では岩が主体となる。
- ・地表の利用状況…都市部での業務施設は民地、道路用地、公有地を、道路、鉄道等の施設は道路用地、公有地を、また、河川、供給処理・通信等の施設は道路用地を主に利用している。

山岳部での道路、鉄道、生産・貯蔵等の施設は民地を主に利用している。

次に、都市部での国外事例までも含めた深度と利用形態の関係を、実態調査の対象とした各施設毎に図-2に示した。この図から河川施設としての利用実績例は比較的多く集めることができたのに対し、道路施設としての利用実績例は比較的少ないことがわかった。

また、都市部での国外事例までも含めた深度と施工方法との関係を図-3に示した。この図から開削工法は深度35 m までの実績、シールド工法は深度40 m までの実績が多いことがわかった。一方、山岳トンネル工法（近年ではNATMが主体である）は比較的広範囲な深度にわたっての実績があることがわかったが、図-3中の山岳トンネル工法における大部分の国外事例は対象地盤が岩盤となっており、対象地盤を土砂のような軟弱地盤に限定すれば実績例は30 m 程度までとなる。

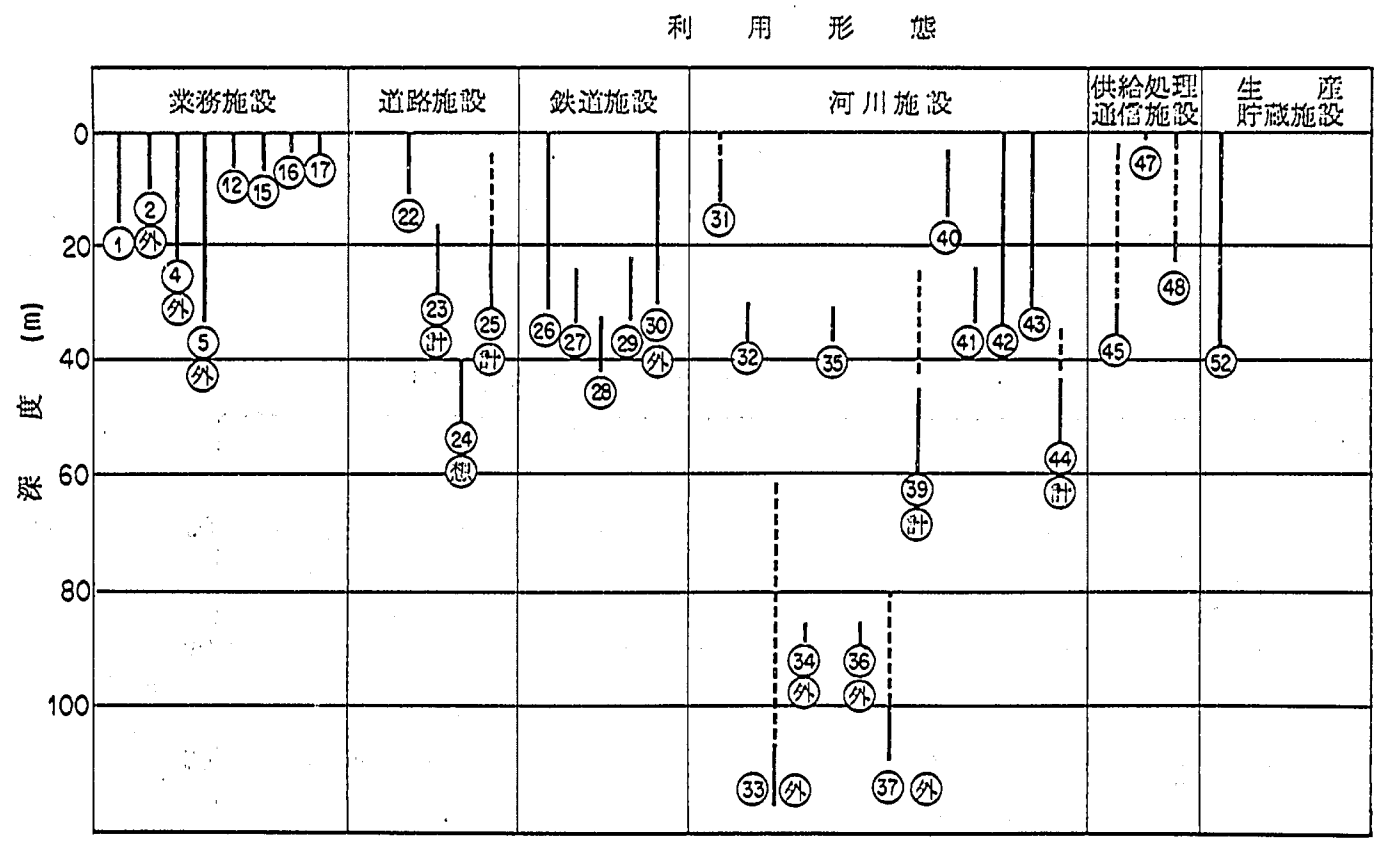
表-2 地下空間利用実態調査結果

		計画位置		深 度 m										施設規模(断面積)㎡										地 質		施 工 法				地表の利用状況										
		都市部	山岳部	20	30	40	50	60	80	100	500	1000	10	20	40	60	80	100	150	300	500	土 砂	岩	山 トンネル 工 法	花 トンネル 工 法	開 工 法	削 法	道 用 地	路 地	公有地	民 地									
業務施設	地 下 街	○		新宿駅地下街										最大床面積57,630(不含駐車場)①										○				○	○	○	○									
	地 下 駐 車 場	○		新宿駅地下街										最大区域面積89,900 ⑥⑩										○							○	○	○							
道 路 設	道 路	○		⑥⑩ ②④										②②										○							○	○								
			○											①⑨											○	○						○	○							
鉄 道 設	鉄 道(駅含む)	○		②⑦										区域面積約80,000 ②⑥										○				○	○	○	○									
	地下鉄(駅含む)		○	上野新幹線大清水トンネル										新幹線トンネル											○	○						○	○							
河川施設	地 下 河 川	○		③② ③⑨										③② ③⑨										○				○		○										
	地 下 調 整 池	○		④① ④④										④④										○				○												
供給処理	電 力 施 設	○		⑤⑤										④⑥										○				○		○										
	通 信 施 設	○		⑥⑥										④⑦ 断面積0.7										○				○		○										
	共 同 溝	○		④⑧										④⑧										○				○		○										
	上 下 水 道 (処理場立坑含む)	○		⑥⑩																				○				○		○		○		○						
生産・貯蔵施設	地 下 発 電 所		○											⑤① 断面積約1,200											○	○														
	地 下 変 電 所	○		⑤②										⑤② 区域面積約3,000										○				○												
	エ ネ ル ギ ー 貯 蔵		○											⑤④ 280㎡											○	○														
	食 料 貯 蔵		○	⑤③										⑤③ 床面積約1,500											○	○														
地貯施設	地 下 ダ ム		○	⑥②										⑥① 堤長500m											○															

(凡例) 太 線 ———— [供用または建設中]
 細 線 ———— [公開された計画, 構想]
 点 数 ———— [予測及び未公開の計画, 構想]

(注1) 現状で一般的と思われるものに○印を付けた。

(注2) ○印の中の番号は資料番号を示す。



(注) ○印の中の数字は資料番号を示す。

凡 例

- 外 - 外国事例
- 計 - 国内計画案
- 想 - 国内構想

無印のものは供用
または、建設中

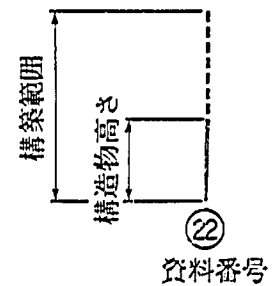
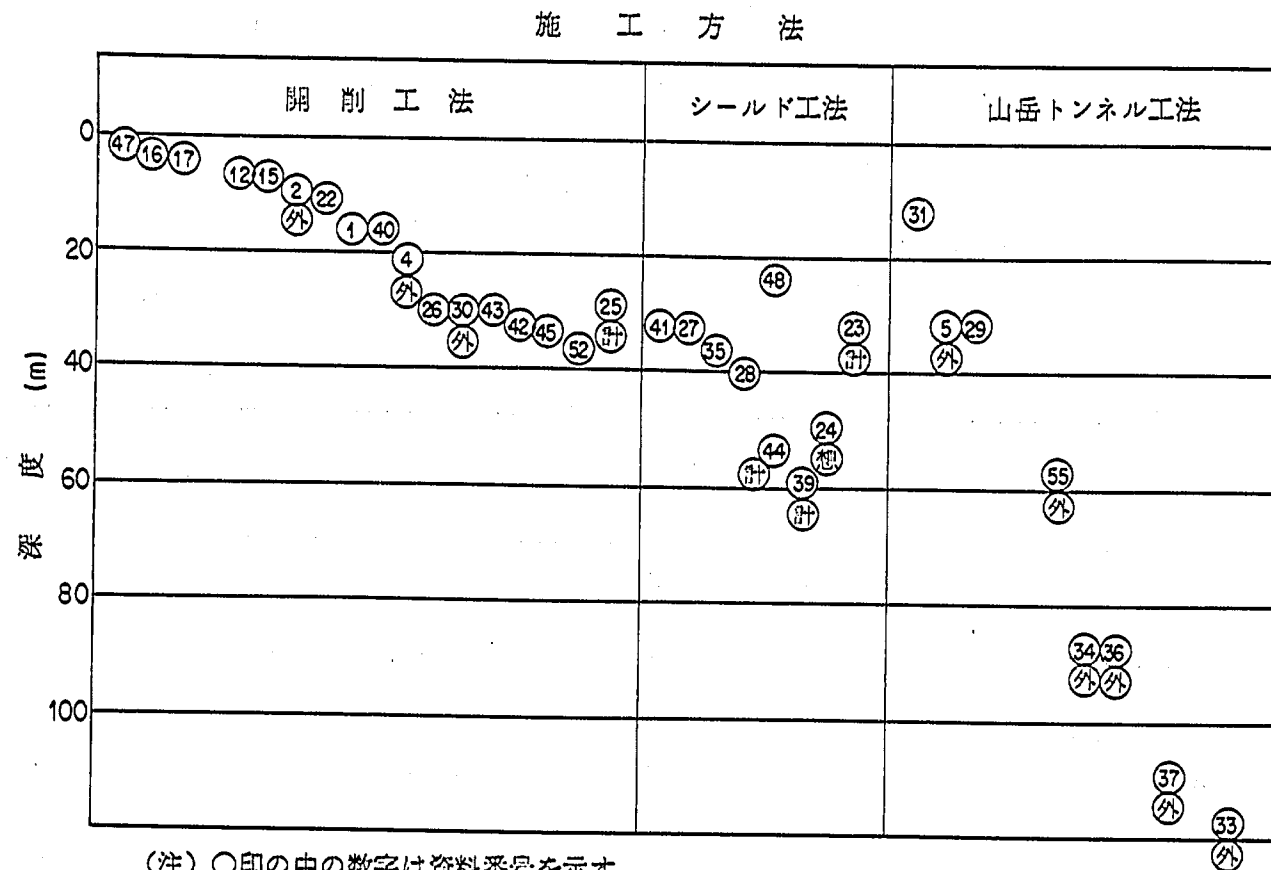


図-2 深度と利用形態の関係 (都市部)



(注) ○印の中の数字は資料番号を示す。

凡 例

- ①外 - 外国事例
- ①計 - 国内計画案
- ①想 - 国内構想

無印のものは供用
または、建設中

図-3 深度と施工方法の関係 (都市部)

2.2.2 地下特性と地下利用形態との関連

各施設を地下にした理由を実態調査で得られた資料をもとに分類すると、概ね以下の5点が考えられる。

- ・都市部での用地難による施設の地下化
- ・地表面利用施設の輻湊化の回避
- ・地下化による景観の向上
- ・気候の厳しい都市における地下空間の利用、あるいは地下空間の自然的・地域的特性を活かした新しい利用
- ・防災機能を向上させることを目的とした地下化

また、地下空間が有する固有の特性としては、文献等の調査結果によれば以下のことが挙げられる。

- ・物理的特性………恒温性、恒湿性、断熱性、遮光性、遮音性、気密性
- ・構造的特性………隔離性

以上の地下にした理由と地下特性の視点から地下利用形態の分析を行ったものが表-3である。

この表から、各施設を建設するに当たって地下にした主な理由、考慮した地下特性に関しては以下のことがわかった。

- ① 道路、鉄道等の交通施設は用地難、地表の輻湊化の回避を主な地下化の理由とし、遮音性、隔離性等の地下特性を考慮している。
- ② 業務、河川施設は用地難を主な地下化の理由としている。
- ③ 供給処理・通信施設は景観の向上を主な地下化の理由としており、恒温性、断熱性、隔離性等の地下特性を考慮している。
- ④ 生産・貯蔵施設は用地難（都市部地下変電所）、自然的特性（山岳部施設）を主な地下化の理由としており、恒温性、断熱性、遮光性、気密性、隔離性等の地下特性を考慮している。

表-3 地下空間利用施設の地下化の理由と地下特性

名 称	対 象	地 下 化 の 理 由					利 用 地 下 特 性							
		用地難	幅狭化回避	景向	観上	自然的特性	防 災	恒温性	恒湿性	断熱性	遮光性	遮音性	気密性	隔離性
業 務 施 設	地 下 街	○												
	地 下 駐 車 場	○										○		○
道 路 施 設	道 路	○	○									○		○
鉄 道 施 設	鉄 道 (駅含む)	○	○									○		○
	地 下 鉄 (駅含む)	○	○									○		○
河 川 施 設	地 下 河 川	○												
	地 下 調 整 池	○												○
供 給 処 理 通 信 施 設	電 力 施 設				○			○		○				○
	通 信 施 設				○									○
	共 同 溝				○			○		○				○
	上 下 水 道 (処理場立坑含む)				○									○
生産、貯蔵施設	地 下 発 電 所					○							○	○
	地 下 変 電 所	○												○
	エネルギー貯蔵					○	○	○		○	○		○	○
	食 料 貯 蔵					○		○	○	○	○		○	
地下水貯蔵施設	地 下 ダ ム					○								○

2.2.3 地下利用技術の現状

地下利用に関する実態調査によれば、これまでの地下空間の利用は地下40m程度までの深度に掘削断面積100m²程度までの規模の施設が集中しているが、今後、これらの地下利用施設は益々大規模、大深度化することが予想される。そこで、現在の地下空間を建設するための施工技術（NATM、シールド工法、開削工法）ではどの程度の深度、規模のものが建設可能であるかを技術基準・指針等の調査およびヒアリング調査により検討し、実態調査結果と比較したのが表-4である。現行の技術基準・指針は、規模、深度についての適用限界を明示しているものが非常に少ないが、都市部での大深度で大規模な地下空間までを対象としたものではない。なお、技術基準・指針等の調査結果およびヒアリング調査結果の詳細は巻末の参考資料に示した。

NATMは、山岳部の土被りの大きい地山を対象に発達してきた工法であり、都市部でのNATMについては、深度30m、掘削断面積150m²程度のものが実績として挙げられている。都市部では一般に地質状態は未固結で地下水位も高いため、NATMにより大深度、大規模の地下空間を建設する場合には切羽の安定対策が大きな課題となるが、ヒアリング調査によれば湧水が少ない場合あるいは各種の補助工法を併用することによって湧水処理ができる場合には都市部においても現状の技術で深度100m、断面積200m²の規模の建設は可能と考えられているようである。なお、都市部でNATMを適用する場合には掘削に伴う地下水位低下に起因する地盤沈下等が大きな問題となることが予想されるが、その対策の一つとして施工時に抜いた地下水をリチャージする技術の試みが現在行われている状況にある。

シールド工法は、都市部における軟質な地山にトンネルを掘削するための施工技術であり、これまでの実績は深度40m、口径13m程度であるのに対して、現状の技術で対応できると考えられている規模もヒアリング調査によれば深度50m、口径14mであり、建設可能と考えられる規模と施工実績に大差はない。したがって、これまでの実績以上の深度、規模のものを建設するためには新たな技術の開発が必要になると思われる。また、表には示されていないが、現在シールド工法で可能と考えられている掘削延長距離は4～5km程度であり、掘削延長の増大に対しても新たな技術の開発が要求される。なお、シールド工法により建設されたトンネルを道路トンネル等として利用する場合には、スペースの有効活用が今後の課題となることが予想されるが、その対策工法の一つとして従来の単円断面に取って代わる眼鏡型の複断面シールド工法等の開発が現在行われている。さらに無人化施工のための技術開発として、測量、シールド機の姿勢制御、セグメントの組立等に対する自動化技術が開発中である。また、NATM、シールド工法両者の中間に位置する工法として、施工の省力化、工費の低減を目的としたトンネル覆工を現場打ちする工法（ECL工法）も開発中であり、現在試験施工等が行われている状況にある。

開削工法は、これまでの実績は深度35m程度であるが、技術基準・指針等における適用範囲は深度60m、ヒアリング調査でも深度60mまでが可能と考えられている。したがって、深度60m以上のものを建設する場合には新たな技術の開発が必要となるが、地下連続壁技術に限れば深度100～150mまでの水中施工技術の開発が進んでおり、現在試験施工が実施されている状況である。

表-4 地下利用技術の現状

工 法		実態調査 (最大, 最深のもの)			技術基準・指針			ヒアリング結果	
		深 度	施設規模	具 体 例	深 度	施設規模	具 体 例	深 度	施設規模
NATM (都市部)		33 m	146 m ²	三ッ沢上町駅 (地下水位低下工法併用) 洪積世の泥岩と砂層の互層	—	—	トンネル標準示方書 (山岳編)・同解説 (土木学会)	100 m	200 m ²
シ エ ー ル 法	最大深度	40.6 m	58 m ²	国会議事堂前駅 洪積砂層粘土層	—	口径12 m 以下	トンネル標準示方書 (シールド編)・同 解説 (土木学会)	50 m	口径14 m
	最大断面	30 m	126 m ² (口径13 m)	第2上野トンネル (圧気工法併用) 滞水砂層					
開 削 工 法		36.4 m	幅 76.8 m	高輪地下変電所 (RC 地中連続壁工法) 洪積粘性土および洪積世の シルト	30 m程度 以下	掘削幅 3 m以上	トンネル標準示方書 (開削編)・同解説 (土木学会)	60 m	—
					50~60 m	—	地中送電用深部立杭 洞道の調査設計, 計 測指針 (社団法人日 本トンネル技術協会)		

2.2.4 今後の地下利用に必要な技術的課題

現在のところ、都市部における地下空間の利用計画として電線の地下化計画、東京都の神田川調整池計画をはじめとする河川の地下化、中央環状新宿線をはじめとする道路の地下化、西武鉄道新宿線トンネル複線化、JR山手線の地下化など都市機能を向上させるための構想が打出されている。実態調査によれば深度40mまでの空間の利用が進んでいるため、これらの構想に必要な施設の多くは地下40m以深に建設される可能性が高く、また、施設規模も線的、面的に大規模（掘削断面積150～200m²）なものとなることが予想される。しかし、地下利用技術の現状によれば、地下空間の建設が可能と考えられている深度はNATMでは深度100m、シールド工法では深度50m、開削工法では深度60mまでの領域であり、また、都市部の地下開発を行う場合には、次に掲げる都市部固有の条件も考慮しなければならない。

- ・都市部の地質は地域と深度によって異なるが、沖積層、洪積層（砂、砂礫、粘性土）、泥岩、砂岩（未固結層を含む）が主体である。
- ・地下水位は高いのが一般的である。
- ・地上には建物、道路、鉄道等の施設があり、地中にも各種の既設構造物が存在する。

したがって、都市部において大規模（掘削断面積150～200m²）、大深度（50～100m）の地下空間を建設して利用する場合には、新たな利用技術の開発が必要となってくる。利用技術は、広範囲の地盤を効率的に調査するための地盤調査技術、地下空間を建設するための設計および施工技術、建設工事期間における周辺への環境対策技術に分類され、さらに有人地下空間である場合には供用時の防災、環境制御技術が加わる。これらの各技術について、地下利用実態調査、地下利用技術の現状、施工担当技術者に対するヒアリング等を踏まえて、今後の主な技術的検討課題を抽出すると以下のようなものである。

(1) 地盤調査技術の課題

- ① 都市部での地質、地下水位状態の把握
- ② サンプルングによらない地盤定数の推定
- ③ 既設の埋設物および空洞の把握

(2) 設計技術の課題

- ① 構造物に作用する土圧、水圧の推定
- ② 耐震設計法の確立

(3) 施工技術の課題

- ① NATMについては地下水対策、特に切羽の安定対策工法の確立
- ② シールド工法については、高水圧に対する遮水、切羽の安定、長距離掘進工法の確立
- ③ 開削工法については、無人化施工技術の確立

(4) 環境対策技術の課題

- ① 地下構造物の建設に伴う地盤変形が近接構造物に及ぼす影響予測とその防止技術の確立

② 地下水保全技術の確立

(5) 地下空間の防災、環境制御技術の課題

① 火災、地震、浸水等の災害時の避難システムの確立

② 地下空間の環境制御

また、各技術的検討課題に関連する技術開発項目を列挙すれば表-5が得られる。

表－5(1) 地下利用に必要な技術課題の開発項目

開 発 項 目		開 発 内 容	現 状	
地盤調査技術	データベース化の推進	地盤、地質、地下埋設等に関する地中地図等の整備		
	地層の成層、地下水構造の把握	反射法、弾性探査等の手法を用いた探査システムの開発	本来、鉱山、油田探査用のものなので土木に必要な細部の調査には問題有り。	
	サンプリングによらない広域地盤物性の把握	地盤定数を簡便に把握するための新しいサウンディング技術の開発	センサー技術の応用による検討が行われている。	
	既設の埋設構造物や空洞等の探査技術	電磁波レーダー探査等の手法を用いた探査システムの検討	実用深度は2～3m程度 土質によっては数10m程度まで探査できる。	
設計技術	地下水流の研究	広域的に地下水の分布を調査し、地下水の流れを研究する。	巨視的に広範囲な地域の地下水の分布を示すものはすでに市町村で保有しているが、特定の狭い地域を対象としたものはない。	
	深部地下構造物に作用する土圧の解明及び設計法の確立	模型実験、解析試験施工等による設計土圧の解明	NATMとシールド工法では設計土圧の考え方が大きく異なる。	
	構造物交差部、分岐部、拡大部の設計方法	解析方法等の設計法の開発	地盤の数値解析の信頼性が低い。 実際の施工では観測施工が不可欠である。	
	地下河川内の流れの解析と流水圧の研究	水理実験による解析と実証及び設計法の開発		
	地震時の土圧の解明	耐震設計法の開発	各関係機関で研究中である。	
施工技術	N A T M	高い地下水圧を事前に処理する技術	止水工法、遮水壁、地下水低下工法、圧気 NATM 等の技術開発	特に、注入工法は大深度高水圧でも止水効果の高い施工技術の開発が望まれる。
		機械化施工技術の開発	掘削方法、ズリ搬出方法の機械化技術の開発	
		周辺地山安定化技術	早期の吹付けコンクリート施工を可能にする技術の開発	粉塵対策等の技術開発、ベルト式型枠を使った覆工方法（TSL工法）
		切羽前方地盤調査技術の開発	高感度センサー技術等による調査技術の開発	

表-5(2) 地下利用に必要な技術課題の開発項目

開 発 項 目			開 発 内 容	現 状
施 工 技 術	シ ールド 工 法	超大断面シールド技術	断面形状を考慮した超大断面シールドの開発	口径14mは可能、次段階として、口径16mが考えられる。併設（マルチフェースシールド等）工法による大断面化が実用化されている。
		長距離掘削によるシールド技術	シールド機械の耐久性、カッタービットの摩耗対策、地中交換技術の開発	凍結工法、圧気工法を併用してのビット交換
		省力化施工技術	掘削、ずり出し、覆工作業を省力化する施工技術の開発	シールド機姿勢制御と測量の省力化を遠隔操作によって実現（試験施工予定）セグメントの組立に対する自動化技術は開発中、覆工の現場打ち工法（ECL工法）の試験施工
		高水圧に対する遮水工法の開発	テールシール、セグメントシール材の開発、排土機構の開発	耐水圧性能はシールドで10kgf/cm ² 、セグメントシールで5kgf/cm ² までは可能
		切羽前方地盤調査技術の開発	高感度センサー技術等による調査技術の開発	
	開 削 工 法	水中施工技術	地下連続壁工法等における水中掘削、水中コンクリートの打設等の技術開発	大深度（100～150m）連続地中壁の水中施工技術は試験施工が実施
		無人化施工技術	縦型シールド等により掘削作業を完全に無人化する施工技術の開発	
環 境 対 策 技 術	掘削による地盤変形防止技術の開発		地下構造物の建設に伴う地盤変形による近接構造物への影響予測及び変状防止技術の開発	地盤の数値解析の信頼性が低い。実際の施工では観測施工が不可欠である。
	地下水保全技術の開発		地下水の変動予測及び対策技術等の開発	地下水の流向、流速計等の機械はあるが精度が低い。地下水をリチャージする技術の開発は一部行われている。
防 災 ・ 環 境 制 御 技 術	地下空間の防災技術の開発		火災時の煙制御技術及び避難誘導システム、地震、浸水等に対する防災システムの開発	
	地下空間の環境制御技術の開発	道路トンネル等の換気制御技術の検討		
		地下河川への流入に際した振動、騒音対策の検討		
		地下河川内の換気及び維持管理の研究		

3. ま と め

本検討では、今後の地下空間の合理的な利用の在り方を探ることを目的として文献調査、ヒアリング調査を行い、現状における地下空間の利用方法、地下特性と地下空間利用形態との関連について整理するとともに、地下利用技術の現状を把握して今後の地下空間利用に必要な技術的課題の抽出を行った。今回の調査から得られた結果をまとめると以下が得られる。

- 1) 地下空間の現在までの土木施設としての利用は都市部での利用が比較的多く、深度については40 m、規模についてはトンネル構造では口径11 m程度、掘削構造では500 m²程度までとなっている。
- 2) 都市部における地下空間の土木施設としての利用方法は、河川施設、鉄道施設に比較的多くの実績を認めることができたのに対して、道路施設としての利用実績は少ない。
- 3) 各施設を地下にする理由を都市部について分析した結果によれば、用地難が主な理由となるケースが比較的多く見られる。
- 4) 現状の施工技術で建設が可能と考えられている地下空間の深度、規模は、NATMでは深度100 m、断面積200 m²、シールド工法では深度50 m、口径14 m、開削工法では深度60 mとなる。
- 5) 都市部において大規模（掘削断面積150～200 m²）、大深度（50～100 m）の地下空間を建設して利用する場合には、地盤調査技術、設計技術、施工技術、環境対策技術の各検討課題に対して新たな技術開発を行う必要がある。

今後は、以上の結果を踏まえて、地下空間利用に関する新たなニーズを把握するとともに、ケーススタディを行い、土木施設として地下空間を利用することの長所短所を検討して行く予定である。

参 考 資 料

1) 調査対象施設の概要.....	19
2) 技術基準, 指針等の調査結果	167
3) ヒアリング調査結果	181

1) 調査対象施設の概要

調査施設一覧表

1. 業務施設 (資料数 n = 17)

○地下街 (資料数 n = 11)

資料番号	名 称
1	アゼリア
2	トロント市地下道ネットワーク
3	モントリオール地下街
4	パリ中央市場跡地下街
5	ミネソタ大学土木および鉱物工学部校舎
6	仙台駅西口地下街
7	福島駅東口駅前地下街
8	J R 千葉駅東口広場地下街
9	京都市御池通り市役所前地下街
10	ダイヤモンド地下街
11	神戸ハーバーランド地下街

○地下駐車場 (資料数 n = 6)

資料番号	名 称
12	厚木中央公園地下駐車場
13	横浜ポルタ公共駐車場
14	諏訪公園駐車場
15	湊川公園駐車場
16	高松市立中央公園駐車場
17	天神中央公園駐車場

2. 道路施設 (資料数 n = 8)

資料番号	名 称
18	エンフィールドレストエリア
19	関越トンネル
20	千代田トンネル
21	第2新神戸トンネル
22	東京外かく環状道路
23	東京湾横断道路
24	首都高速都心新宿線
25	首都高速中央環状新宿線

3. 鉄道施設 (資料数 n = 5)

○ 鉄道 (資料数 n = 2)

資料番号	名 称
26	上野地下駅および第2上野トンネル
27	J R 京葉線京橋トンネル

○ 地下鉄 (資料数 n = 3)

資料番号	名 称
28	国会議事堂駅前
29	三ツ沢上町 (横浜市高速鉄道3号線)
30	東西地域急行線 (RER) <パリ>

4. 河川施設

○地下河川 (資料数 n = 9)

資料番号	名 称
31	釜川放水路建設事業
32	弁天幹線
33	シカゴ雨水下水排水用地下トンネル
34	ボストン雨水下水排水用地下トンネル
35	なにわ大放水路
36	サンフランシスコ雨水排水施設
37	ミルウォーキー雨水下水排水用地下トンネル
38	ロスアンゼルス大規模水道施設
39	環状七号線、環状八号線地下河川

○地下調整池 (資料数 n = 5)

資料番号	名 称
40	若宮大通調節池
41	平野川調節池
42	弁天抽水所
43	住之江抽水所
44	神田川調整池

5. 供給処理・通信施設 (資料数 n = 4)

資料番号	名 称
45	靖国共同溝
46	新庄大和川線共同溝
47	キャブシステム
48	高輪変電所関連管路

6. 生産・貯蔵施設

○地下発電所、変電所 (資料数 n = 5)

資料番号	名 称
49	奥吉野発電所
50	天山発電所
51	今市発電所
52	高輪地下変電所
53	UPHS<オランダ>

○エネルギー貯蔵 (資料数 n = 4)

資料番号	名 称
54	菊間石油備蓄実証プラント
55	ボルボ製油所
56	ヨテボリ原油貯蔵所
57	ガルジャンビルLPG貯蔵所

○食料貯蔵 (資料数 n = 2)

資料番号	名 称
58	岩盤低温倉庫
59	ゴールドストアー

7. 地下水貯蔵施設（資料数 n = 5）

資料番号	名 称
60	常神地下ダム
61	宮古島皆福地下ダム
62	樺島地下ダム
63	中国陝西省富平地下ダム
64	Caiasparra 向斜地下ダム

8. その他（調査表に整理できなかった施設）

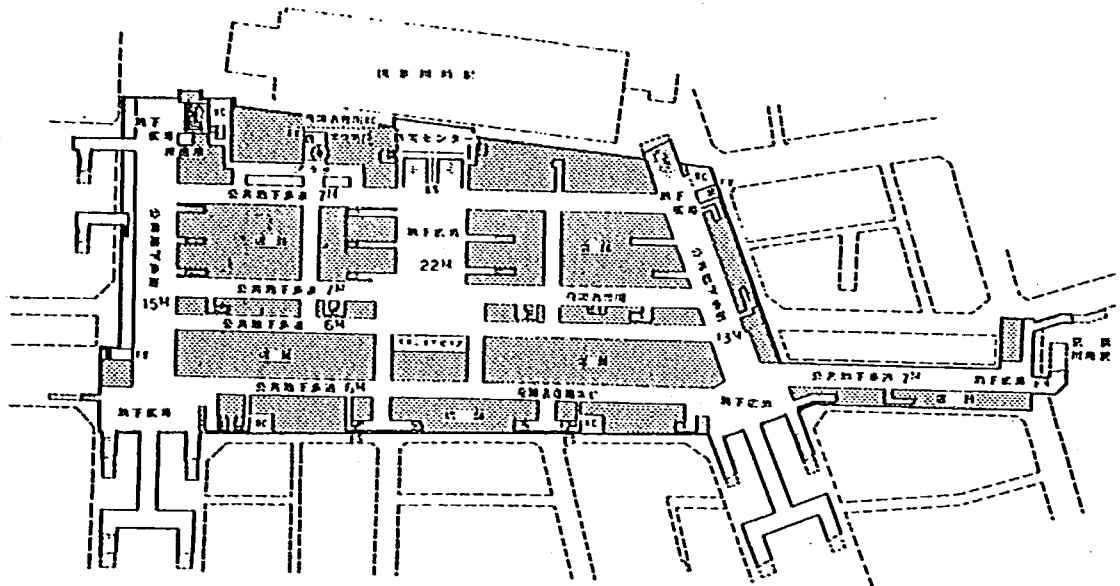
資料番号	名 称
65	既設地下街一覧表（東京）、（大阪） 地下駐車場実績一覧表
66	道路構造物の深度、NTT洞道の深度 下水処理場の深度、地中送電線トンネルの土被りの 推移

施 設 概 要

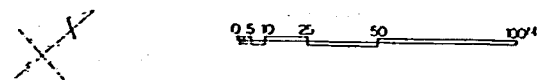
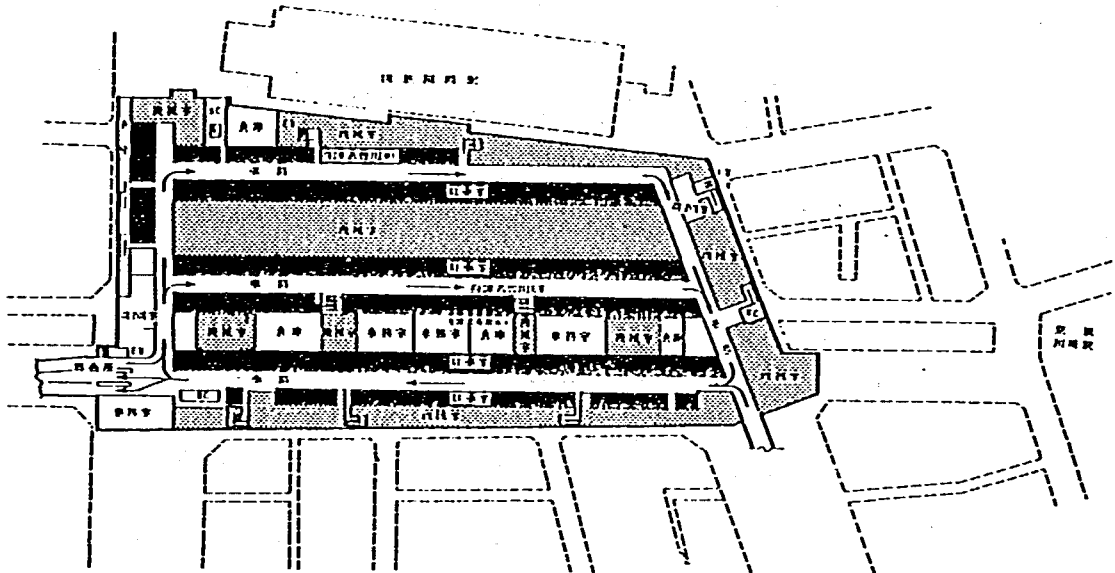
業 務 施 設

名 称	アゼリア（川崎駅東口広場地下街）								
事 業 者	民間（川崎地下街株式会社）川崎市神奈川県等資本参加による第3セクター								
所 在 地	川崎市JR駅東口（川崎市川崎区駅前本庁30番地2他）								
建 設 年 月 日	昭和56年12月～昭和61年10月								
計画要因・目的	国鉄川崎駅東口の約10haに及ぶ再開発事業の一環として、以下の目的のもとに計画された。 ①駅前広場の極度の交通輻湊の緩和（歩行者は地下1階、自動車は地表の人・車分離） ②川崎市の商業の活性化の拠点の形成								
利 用 目 的	歩行者空間（公共地下歩道）、商店街、駐車場（公共駐車場）								
地 域 分 類	市街地中心部								
権 利 関 係	建設・管理・運営とも第3セクター								
平面断面形状	右図のとおり								
規 模	施設別面積 <table><tr><td>地 表 28,800㎡</td><td>地下1階 28,830㎡</td><td>地下2階 26,380㎡</td></tr><tr><td>建築面積 2,800㎡ バス発着場（37カ所） タクシー・スペース（約100台） ※階段（41カ所） 消防隊進入口（5カ所） ※吹抜け（13カ所） ※給排気口（28カ所） (注)建築面積は※印の合計です。</td><td>公共地下歩道 15,230㎡ 歩道・広場 11,330㎡ 階 段 3,900㎡ 店 舗 等 13,600㎡ 店 舗 11,900㎡ (154店舗) (給排気塔・通路含む) 防災センター 200㎡ 荷 捌 所 等 1,500㎡</td><td>公共地下駐車場 26,380㎡ (380台) 車 室 8,700㎡ 車 路 6,300㎡ 階 段 500㎡ 事 務 室 等 1,900㎡ 機 械 室 等 7,180㎡ 荷 捌 所 等 1,800㎡</td></tr></table>			地 表 28,800㎡	地下1階 28,830㎡	地下2階 26,380㎡	建築面積 2,800㎡ バス発着場（37カ所） タクシー・スペース（約100台） ※階段（41カ所） 消防隊進入口（5カ所） ※吹抜け（13カ所） ※給排気口（28カ所） (注)建築面積は※印の合計です。	公共地下歩道 15,230㎡ 歩道・広場 11,330㎡ 階 段 3,900㎡ 店 舗 等 13,600㎡ 店 舗 11,900㎡ (154店舗) (給排気塔・通路含む) 防災センター 200㎡ 荷 捌 所 等 1,500㎡	公共地下駐車場 26,380㎡ (380台) 車 室 8,700㎡ 車 路 6,300㎡ 階 段 500㎡ 事 務 室 等 1,900㎡ 機 械 室 等 7,180㎡ 荷 捌 所 等 1,800㎡
地 表 28,800㎡	地下1階 28,830㎡	地下2階 26,380㎡							
建築面積 2,800㎡ バス発着場（37カ所） タクシー・スペース（約100台） ※階段（41カ所） 消防隊進入口（5カ所） ※吹抜け（13カ所） ※給排気口（28カ所） (注)建築面積は※印の合計です。	公共地下歩道 15,230㎡ 歩道・広場 11,330㎡ 階 段 3,900㎡ 店 舗 等 13,600㎡ 店 舗 11,900㎡ (154店舗) (給排気塔・通路含む) 防災センター 200㎡ 荷 捌 所 等 1,500㎡	公共地下駐車場 26,380㎡ (380台) 車 室 8,700㎡ 車 路 6,300㎡ 階 段 500㎡ 事 務 室 等 1,900㎡ 機 械 室 等 7,180㎡ 荷 捌 所 等 1,800㎡							
総 工 事 費	444.8億円								
出 典	「おしゃれ都市「アゼリア」が国鉄川崎駅東口に誕生」昭和61年9月 川崎地下街株式会社 「地下街の現況について」（社）日本プロジェクト産業協議会 1986.4								

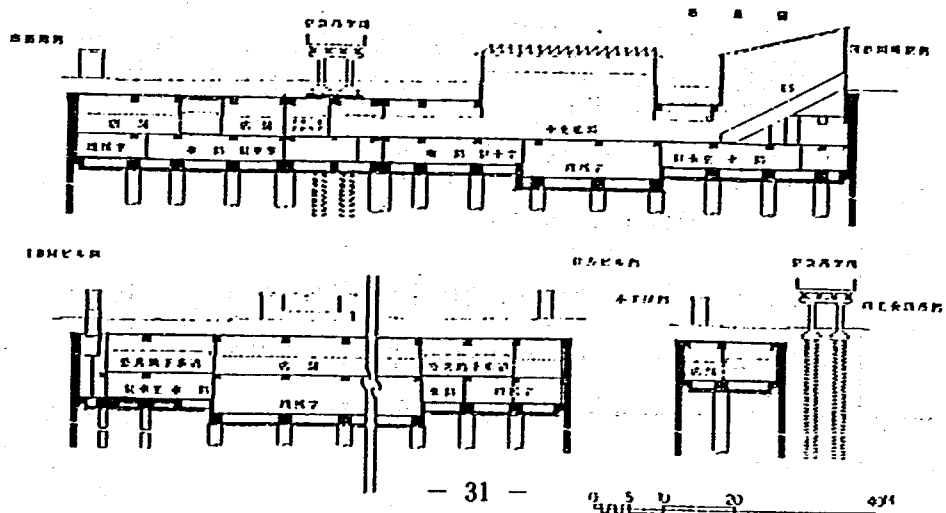
■地下1層構成図



■地下2層構成図



■断面図



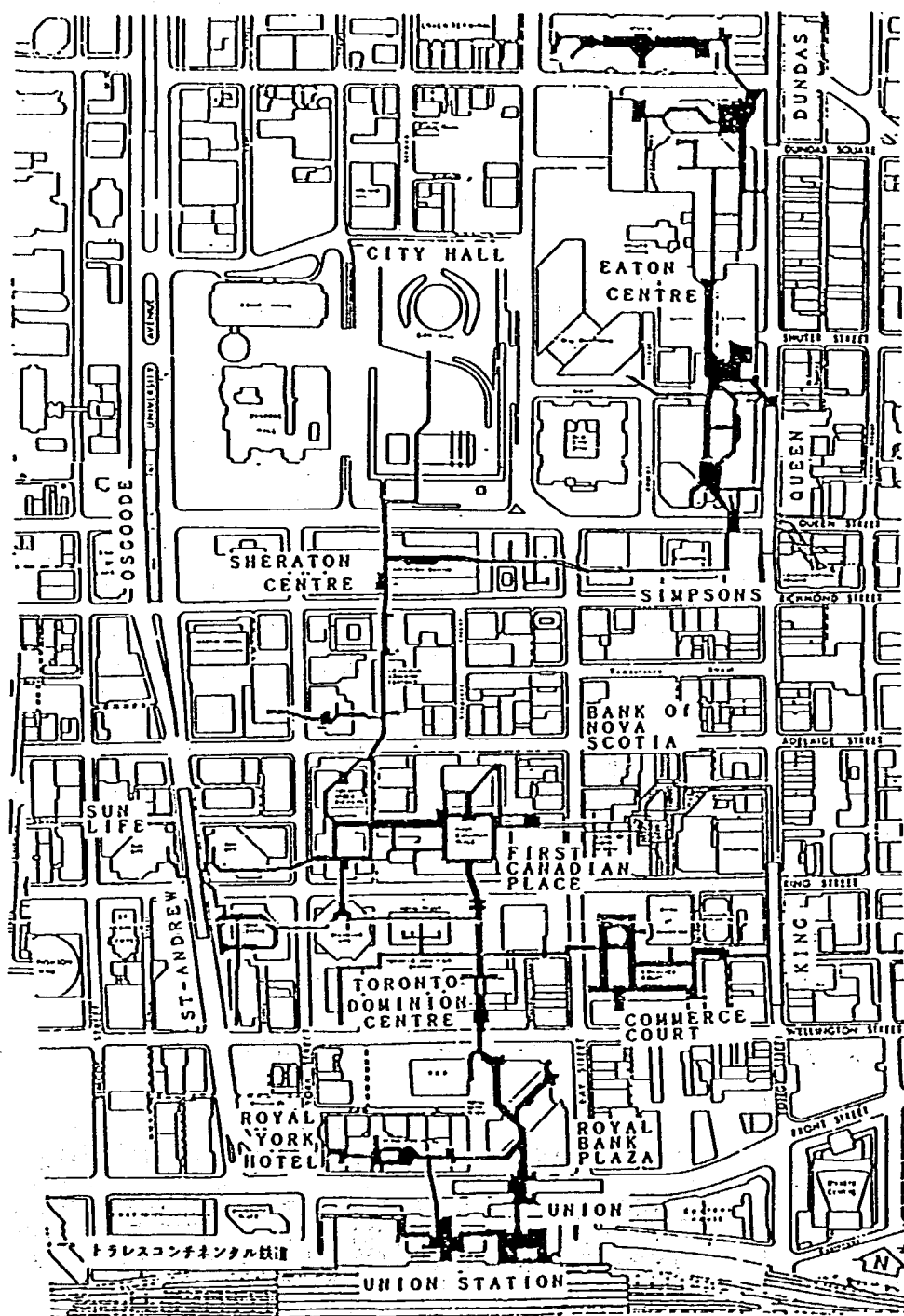
名 称	トロント市地下道ネットワーク（トロント市地下街）
事 業 者	民間
所 在 地	トロント市中心部
建 設 年 月 日	1960年～現在
計画要因・目的	当初は自然発生的な地下道であったが、地下ショッピングセンター等の主要な開発に伴い、これらの開発拠点と地下鉄駅を連絡する地下道ネットワークが形成されるようになった。地下道ネットワークの発展は、V字型の形状をした地下鉄に負うところが多く、特に中央に位置するユニオン駅は、主要鉄道（ユニオンコンチネンタル駅）と呼ばれており、ネットワークの中心となっている。
利 用 目 的	地下歩行者空間、商店街、オフィス街
地 域 分 類	市街地中心部（官庁、金融、商業の中心地）
権 利 関 係	地下の建物および土地は、民間の所有物であり、基本的な権利は民間が有する。地下連絡・広場の運営管理も民間。
平 面 断 面 形 状	右図のとおり
規 模	全体：$2 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ 内訳：オフィスビル30（内銀行5）、ホテル3、市庁舎1、デパート2、商店1000 映画館2、駐車場20 事務所床面積 30,000m² 従業員数 82,000人 買物客数（イートンC） 100万人/週 50％は地下鉄利用
地 質	地上から6～9までが砂礫層、その下が頁岩であり、非常に安定している。
施 工 法	基本工法：Cut and Cover 埋設物切回し→シートパイル打設→埋設物吊防護、掘削→構築→埋戻し、復旧
工 費 土木費 諸設備費	建設費用の半分は、埋設物の切回し、復旧等に要する費用の分担は、当初、市と民間が折半していたが、その後市の方針が変更となり、市当局は費用を分担しなくなった。一ヶ所当りの地下連絡道路の長さ及び工事金額は、次の通りである。 * 長さ $\ell \div 20\text{m}$ * 工事金額 100～200万（\$加）
今 後 の 課 題	- 地下ネットワーク形成の一層の推進 - 地下道が浅いことを生かし、アトリウムや特に水の取り入れ等によるアメニティ要素の一層の付加価値の増大化。
出 典	「アメリカ・カナダ地下空間利用・視察調査報告書」 須賀堯三編 1986. 6 国土政策機構 「モントリオール・トロントの地下都市」 西田幸夫 （熊谷組 都市開発部）



アトリウム
(自然採光方式)

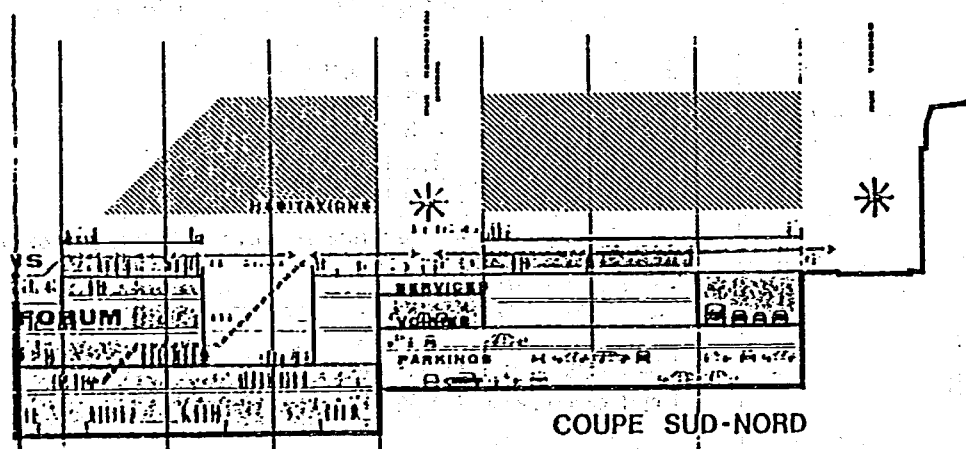
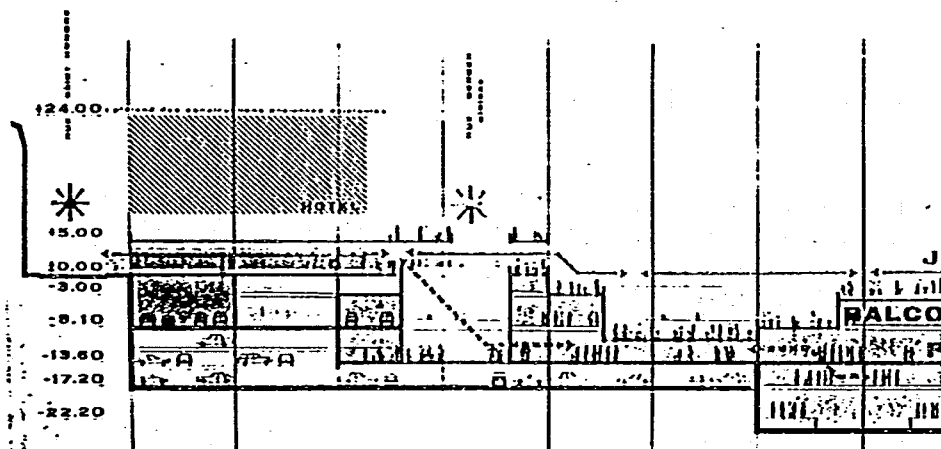
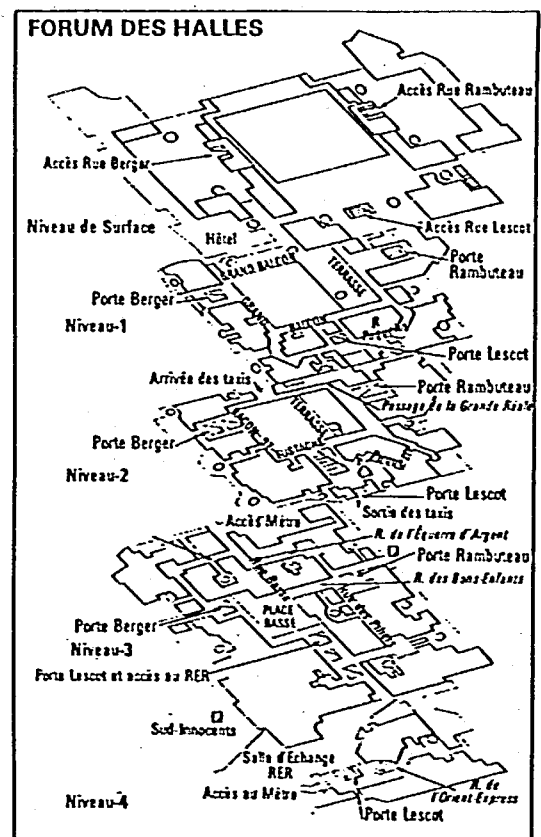
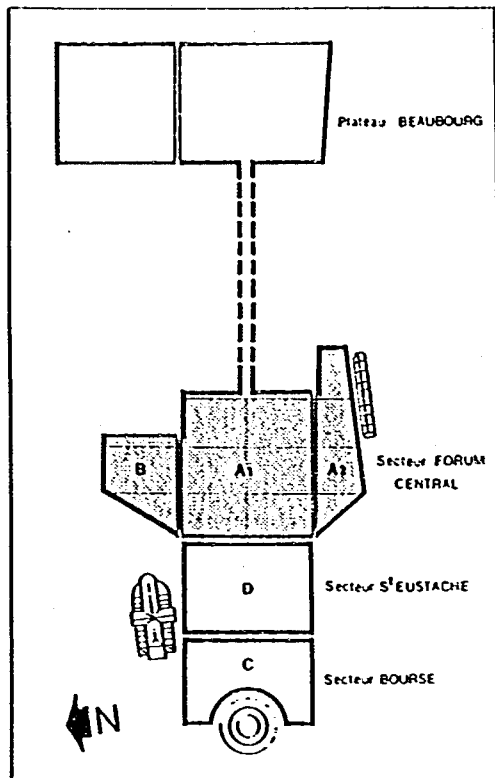
地下ショッピング街

トロント中心部における歩行者地下道網



名 称	モントリオール地下街
事 業 者	民間及びモントリオール市（民間主導で進められているが、地域の活性化などに有効なことから、行政例としても積極的に指導するようになった。）
所 在 地	モントリオール市
建 設 年 月 日	1956年～現在
計画要因・目的	ダウンタウンの大規模な再開発事業の一環としての地下街形成。再開発のポリシーとして、ダウンタウン地区の地形に融合した、高度利用および大幅な環境破壊の防止が揚げられ、これを踏まえた対策として、建築群の高層化とショッピング、商業、娯楽などの日常生活空間の地下街への展開が採られた。地下街への展開は、厳しい気候が大きな要因となっている。
利 用 目 的	商業、業務空間、公共公益施設空間、歩行者ネットワークとしての利用、地下空間は、理想的な生活空間を形成している。
地 域 分 類	市街地中心部（ダウンタウン）
権 利 関 係	道路下の部分は、市が建設、管理。建物地下部分についても躯体の建設、管理は、市が行い、店舗等は、テナントとして入居する。
平面断面形状	右図のとおり
規 模	全体：・延床面積総合計 2,900,000 m^2 ・地下鉄駅 12ヶ所 ・地下街歩道 12km 内訳：・短距離列車のターミナル駅 2ヶ所 ・郊外、地方に向かうバスターミナル 1ヶ所 駅内駐車場 11,200 台 ・都市ホテル 8ヶ所 5,275 室 ・住居用ユニット 1,250 戸 ・ケベック大学モントリオール校 67,539 m^2 ・大オフィスビル 12ヶ所 ・オフィススペース 1,400,000 m^2 ・大百貨店 3店 店舗 910,000 m^2 ・ブティック 1,000 店 ・飲食店 130 店 ・銀行本支店 25 店 ・映画館 25ヶ所 ・劇場 4ヶ所 ・コンサートホール 1ヶ所 ・国際展示ホール（コンベンションセンターを含む）2ヶ所
地 質	岩盤
今 後 の 課 題	・地下街のネットワーク化の推進。（1985年にネットワーク検討の委員会設立）
出 典	・「アメリカ・カナダ地下空間利用・視察調査報告書」 須賀堯三編 1986. 6 国土政策機構 ・「地下空間利用 / 1985」有識者インタビュー記録(2) 1985. 12 国土政策機構 ・「モントリオール・トロントの地下都市」 西田幸夫 (熊谷組 都市開発部) ・「地下都市の現況について」 (社)日本プロジェクト産業協力議会 1986. 4

名 称	パリ中央市場（フォーラム・デ・アール）跡地下街
事 業 者	レ・アル整備混成経済公社（SEMAH） * パリ市51% 国 25%の出費による第3セクター
所 在 地	パリ市第1区レ・アル地区
建 設 年 月 日	1973年～1979年
計画要因・目的	中央市場跡に郊外高速鉄道（REL）と地下鉄の各駅ならびに地下広場を建設し、この地下広場に面して商業、文化、スポーツ娯楽等の諸施設を配置して、一代地下街を建設することにより、パリ右岸地区の活性化を図ることを目的として進められた。
利 用 目 的	すべてのパリ市民を対象とした商業、娯楽、スポーツ空間、交通ターミナル等としての利用。
地 域 分 類	市街地中心部
平面断面形状	右図のとおり
規 模	全体 : ・敷地面積 267,000 m^2 ・施設面積 49,000 m^2 内訳 : ・ショッピングセンター（店舗数 220店 40,000 m^2） ・地下2階 地下自動車道路網（4.5 km） ・地下3階 公共用通路（10,000 m^2）、駐車場（1,850台） ・地下4階 地下鉄コンコース
地 質	岩盤
今 後 の 課 題	フォーラムの施設としてふさわしい商業施設、レジャー施設の導入
出 典	・「地下空間利用 / 1985」 渡部与四郎、熊谷良雄編 1985. 12 国土政策機構 ・「アメリカ・カナダ地下空間利用 視察調査報告」 須賀亮三編 1986. 6 国土政策機構 ・「地下都市の現況について」（社）日本プロジェクト産業協力議会 1986. 4



L'opération des Halles met en œuvre, à une échelle inaccoutumée dans Paris, le principe d'une superposition des fonctions auquel le souci d'une bonne utilisation d'un espace urbain rare exalta l'urbanisme moderne. L'interpénétration des différents niveaux de l'aménagement doit alors être recherchée avec ce soin tout particulier.

名 称	ミネソタ大学土木および鉱物工学部校舎										
事 業 者	ミネソタ大学										
所 在 地	ミネソタ州ミネアポリス市										
建 設 年 月 日	1982年完成										
計画要因・目的	ミネアポリス市は、地下空間を開発し、地下の都市計画を実現する計画を構想しており、ミネソタ大学土木および鉱物工学部校舎は、ミネアポリス市の地下の都市計画の実験の場として様々な計画条件で立地条件とともに、省エネルギー技術や地下空間利用法について追及している。										
利 用 目 的	大学の教室、実験室、事務室等										
地 域 分 類	大学構内										
権 利 関 係	ミネソタ大学所有										
平 面 断 面 形 状	右図のとおり										
規 模	14,000 m ² (延床面積) ……95%が地盤面下										
土 被 り	支持岩盤の上の建築物の部分では全体の壁部分90%が土で覆われている。屋根の37%は12~48in (30~120cm) の土で、覆われている。(屋根の残り部分は、48%が広場で、15%が普通の屋根である)。坑道空間の全体の外郭は支持岩盤と接している。										
地 質	石灰岩層										
施 工 法	現場打ち鉄筋コンクリート屋根、壁、床が建物の大半を占める。構造実験室にかかる網トラス、石灰岩層の屋根と砂岩壁が坑道空間にある。										
工 費 土木費 諸設備費	<table> <tr> <td>建築工事</td><td>7,446,000ドル</td></tr> <tr> <td>敷地造成工事</td><td>1,760,000</td></tr> <tr> <td>設備工事</td><td>2,314,000</td></tr> <tr> <td>電気設備工事</td><td>1,380,000</td></tr> <tr> <td>合 計</td><td>12,900,000ドル</td></tr> </table>	建築工事	7,446,000ドル	敷地造成工事	1,760,000	設備工事	2,314,000	電気設備工事	1,380,000	合 計	12,900,000ドル
建築工事	7,446,000ドル										
敷地造成工事	1,760,000										
設備工事	2,314,000										
電気設備工事	1,380,000										
合 計	12,900,000ドル										
今 後 の 課 題	地下空間利用の実績の研究成果を今後のミネアポリス市の地下空間利用の展開に生かすことが望まれる。										
出 典	・「地下空間利用 / 1987」 渡部与四郎、熊谷良雄編 1987. 9 国土政策機構 ・「地下建築物のデザイン手法」 渡部与四郎監修 1987. 1 丸善										

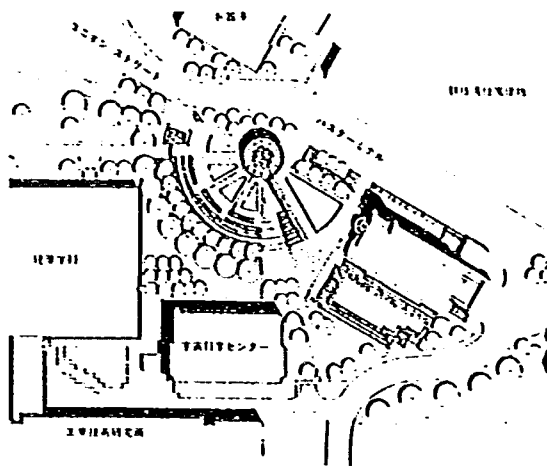


図1-1

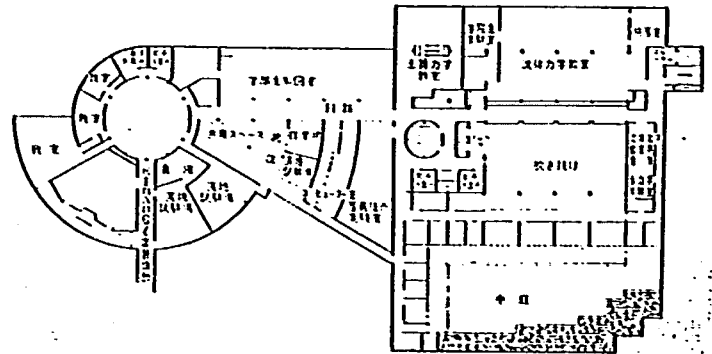


図1-2

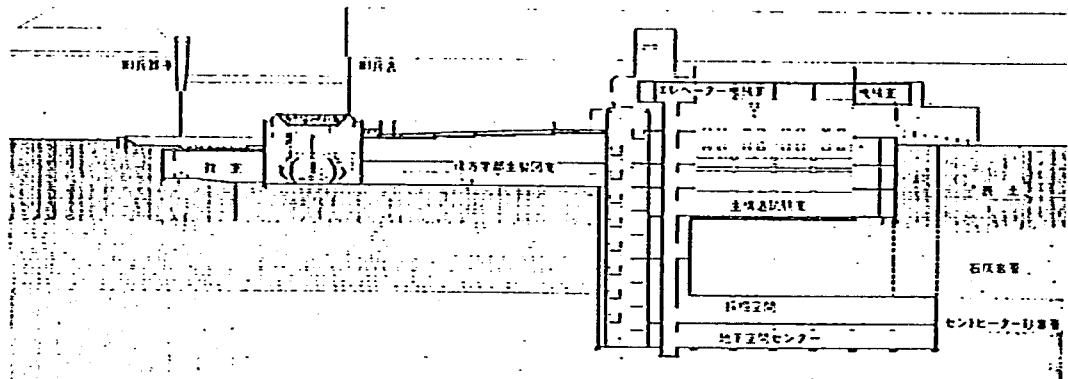


図1-3

- 1 太陽光を受ける光学システム
a. Fresnel 反射鏡
b. 光の天竺莖鏡
c. Fresnel 鏡
d. 集光ゾーン
- 2 Trombe Wall
a. 太陽光の集光
b. 蓄熱
- 3 通常のように入光システム
a. 太陽光の集光
b. 蓄熱
- 4 土
- 5 地盤下110h (33a) への伝達システム
- 6 太陽の光を受ける伝達システム
- 7 地下土壌システム
a. センシター・制御装置
b. 蓄熱装置

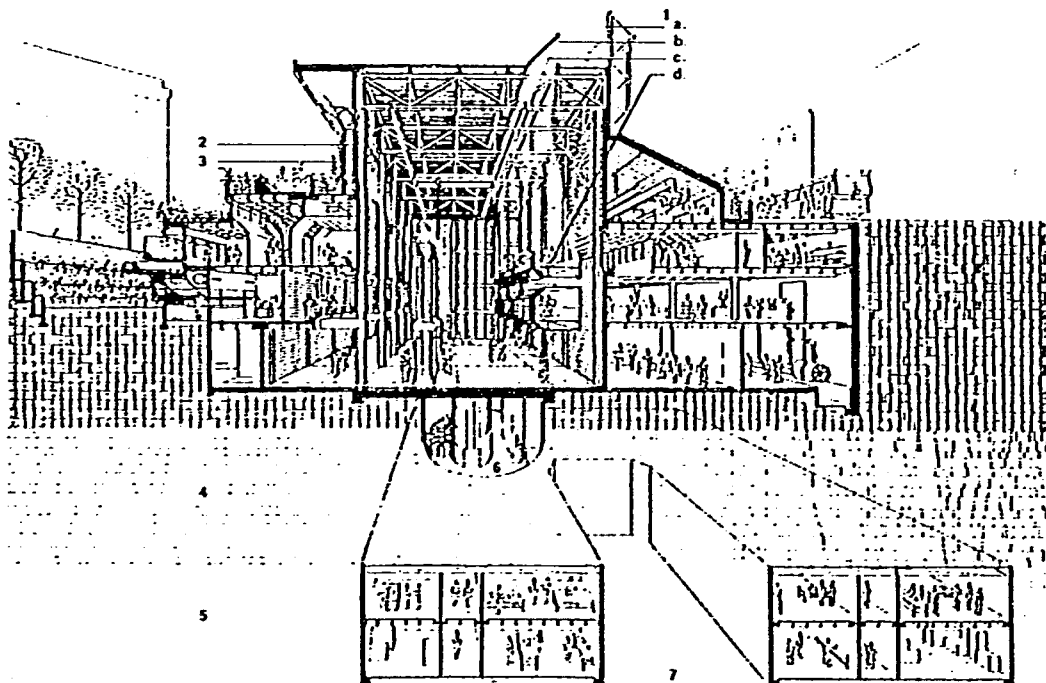


図1-4

名 称	仙台駅西口地下街
事 業 者	
所 在 地	仙台市
建 設 年 月 日	昭和63年頃
計画要因・目的	
利 用 目 的	商業施設
地 域 分 類	市街地中心部
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	独自調査

名 称	福島駅東口駅前地下街
事 業 者	
所 在 地	福島市
建 設 年 月 日	昭和63年頃
計画要因・目的	
利 用 目 的	歩行者道 商業施設
地 域 分 類	市街地中心部
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	独自調査

名 称	J R千葉駅東口広場地下街
事 業 者	千葉市
所 在 地	千葉市
建設年月日	
計画要因・目的	
利 用 目 的	商業施設、駐車場
地 域 分 類	市街地中心部
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	・千葉日報 昭和61年10月17日

名 称	京都市御池通り市役所前地下街
事 業 者	京都市
所 在 地	京都市御池通り市役所前
建 設 年 月 日	昭和69年開通の地下鉄東西線の計画と一体に整備予定
計画要因・目的	
利 用 目 的	
地 域 分 類	市街地中心部
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	・日経新聞 昭和62年2月24日

名 称	ダイヤモンド地下街
事 業 者	大阪市 (計画窓口)
所 在 地	大阪市 J R 大阪駅南側
建 設 年 月 日	
計画要因・目的	
利 用 目 的	商業施設、駐車場
地 域 分 類	市街地中心部
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	・日経新聞 昭和62年2月24日

名 称	神戸ハーバーランド地下街
事 業 者	神戸市
所 在 地	神戸市
建 設 年 月 日	昭和62年度～昭和64年度（予定）
計画要因・目的	
利 用 目 的	商業施設
地 域 分 類	市街地中心部
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	事業費 約70億円
今 後 の 課 題	
出 典	・日経新聞 昭和62年2月24日

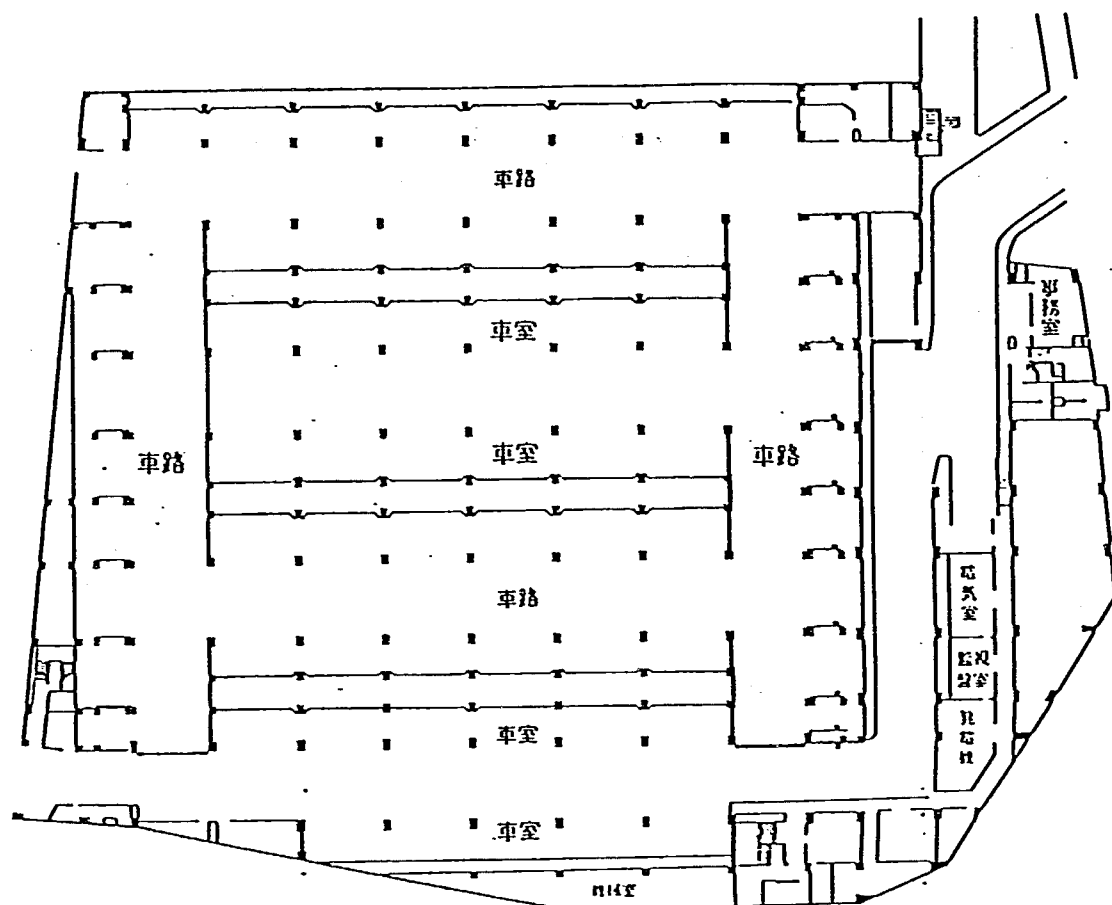
名 称	厚木中央公園地下駐車場
事 業 者	
所 在 地	神奈川県厚木市寺町三丁目地内
建 設 年 月 日	昭和63年8月～66年3月
計画要因・目的	厚木中央公園の整備計画に伴い、都市空間の有効利用を基本に市街地における交通緩和対策として、当該地に地下式の公共駐車場を建設し、道路交通の適正化、自動車利用者の利便性と商業振興の拡大を図るものである。
利 用 目 的	地下駐車場
地 域 分 類	市街地
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	20,660.4 m ³
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	RC造 地下2階
工 費 土木費 諸設備費	57億4800万円
今 後 の 課 題	
出 典	独自調査による

名 称	横浜ポルタ公共駐車場
事 業 者	財団法人横浜駅東口開発公社
所 在 地	〒220 横浜市西区高島2-19-12
建 設 年 月 日	昭和48年12月着工 昭和55年11月開業
計画要因・目的	横浜駅東口、国道一号線と駅前広場を中心とした自動車交通を処理し、歩行者の利便を図り、東口の商業の充実を目的とした都市計画に基づき着工、地下街は、地下歩道、地下駐車場、地下交通広場等の公共施設整備に併せて作られた。
利 用 目 的	地下駐車場
地 域 分 類	市街地
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	12,729 m ² (駐車場)
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	横浜ポルタ総事業費 35,727百万円
今 後 の 課 題	
出 典	設計資料より

名 称	諏訪公園駐車場
事 業 者	
所 在 地	四日市市
建 設 年 月 日	昭和48年12月着工 昭和55年11月開業
計画要因・目的	周辺地区の商業業務の発展、不法占拠小屋の移転、撤去及び違法駐車の手出しを整備目的とした。
利 用 目 的	地下駐車場
地 域 分 類	市街化地域
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	R、C造
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	場外看板増設
出 典	社団法人 日本駐車場工学会 駐車場マニュアル

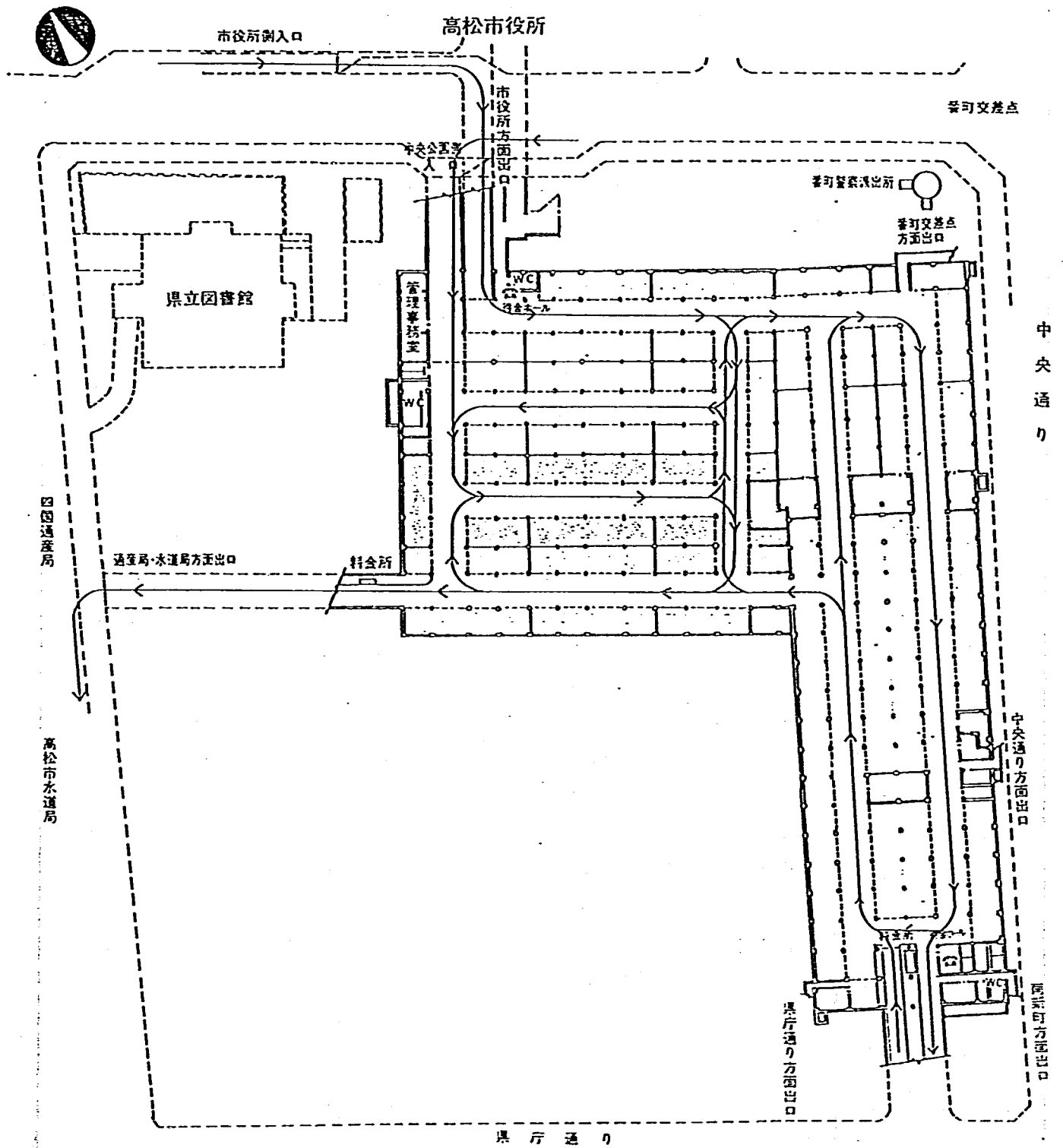
名 称	湊川公園駐車場
事 業 者	
所 在 地	神戸市兵庫区新開地1丁目
建 設 年 月 日	昭和43年4月～昭和45年3月
計画要因・目的	この公園の地下を利用して、300台収容の駐車場とし、地上は、丹波篠山の自然石を積み上げた大噴水が青空をさいて虹となる公園としてよみがえった。
利 用 目 的	地下駐車場。夏の夕方は、夜店が並び盆踊りが催されるなど庶民的な雰囲気をもった駐車場として利用。
地 域 分 類	市街地
権 利 関 係	
断 面 形 状	
規 模	延床面積 11,468.8 m ²
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	鉄筋コンクリート造 地下2階建 1棟
工 費 土木費 諸設備費	745百万円
今 後 の 課 題	従業員の事務能率の向上と情報処理の迅速をはかる。 (料金自動計算装置、I. T. V装置等)
出 典	神戸市土木局 こうべの駐車場

■湊川公園駐車場



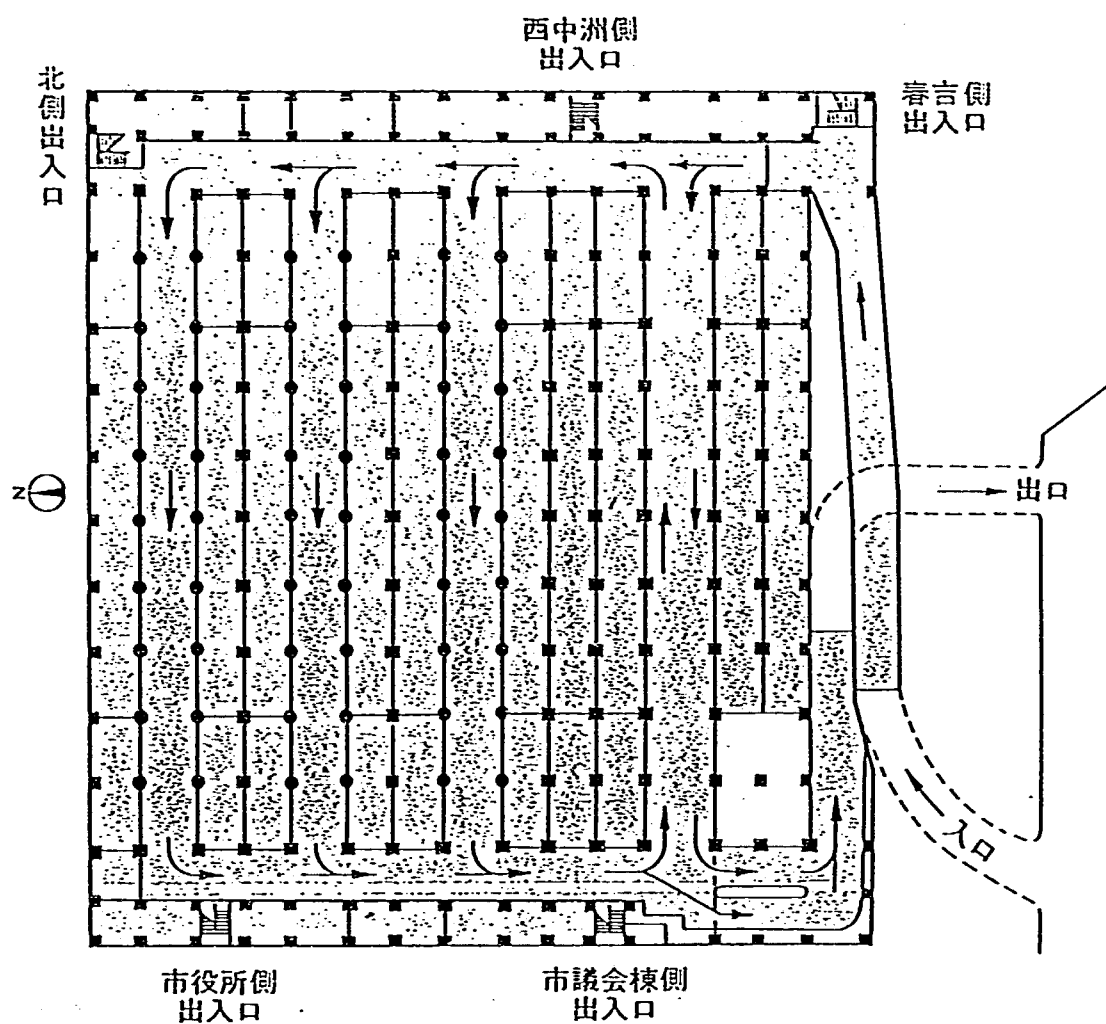
名 称	高松市立中央駐車場
事 業 者	財団法人 高松駐車場公社
所 在 地	高松市番町一丁目11番22号
建 設 年 月 日	
計画要因・目的	この駐車場は、中心商業地域の駐車難の解消と交通の緩和を図ることを目的として、昭和43年度に駐車台数106台の駐車場として開設されたものを321台の駐車場として拡張整備したものである。
利 用 目 的	地下駐車場
地 域 分 類	市街地
権 利 関 係	
断 面 形 状	
寸法(B×H×L)m	13,100 m^2
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	鉄筋コンクリート構造 地下1階1層
工 費 土木費 諸設備費	10億4000万円
今 後 の 課 題	
出 典	高松市のパンフレット

〈駐車場内案内図〉



名 称	天神中央公園駐車場
事 業 者	福岡県道路公社
所 在 地	福岡市中央区天神一丁目318地先
建 設 年 月 日	昭和59年度～昭和60年度
計画要因・目的	福岡市都心部における現在、および将来の駐車需要の増大に対処し、道路交通の円滑化と都市活動の進展を図るため。
利 用 目 的	地下駐車場
地 域 分 類	市街地
権 利 関 係	
断 面 形 状	
寸法(B×H×L)m	11,040m ²
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	鉄筋コンクリート造 地下1階1層
工 費 土木費 諸設備費	26億円
今 後 の 課 題	
出 典	パンフレット

<平面図>



<断面図>



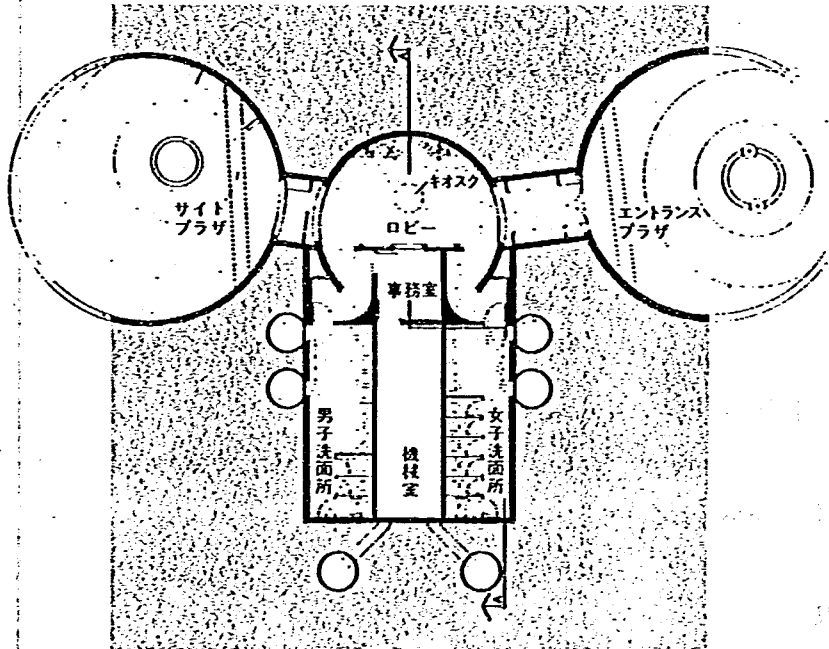
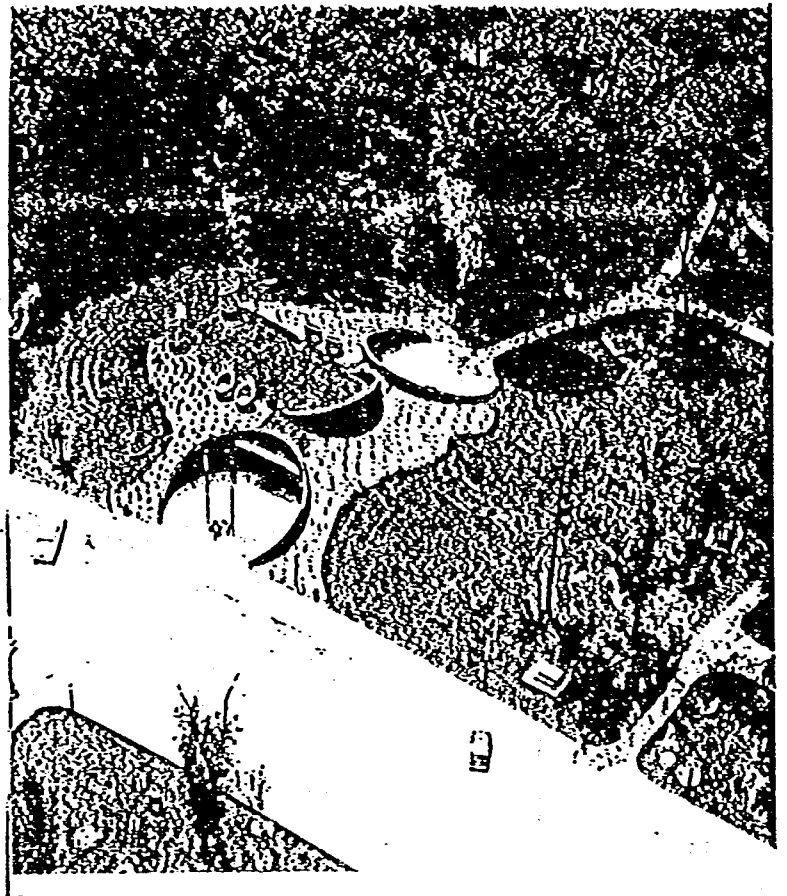
凡例

	二段式駐車		平面駐車		通路等
	機械室等		管理事務所		

道 路 施 設

名 称	エンフィールド レストエリア
事 業 者	ミネソタ州運輸部
所 在 地	ミネソタ州 St. CloudとMonticelloの間の州際道路の94号
建設年月日	1980年
計画要因・目的	自然条件との調和とエネルギー効率の向上という両方の目的を達成するために、土と一体となったレストエリアを計画した。
利 用 目 的	売店、トイレ、事務室等
地 域 分 類	地方部 (森林)
権 利 関 係	所有権
断 面 形 状	図示
寸法 (B×H×L)m	図示
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	0.5 m
地 質	
施 工 法	建設後覆土
工 費 土木費 諸設備費	工事費 16.6万ドル
今 後 の 課 題	
出 典	地下建築物のデザイン手法 渡部与四郎 監修



平面図

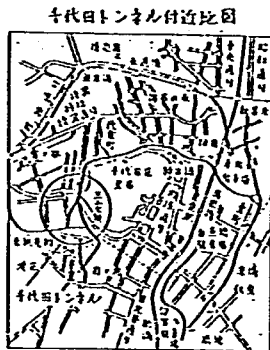
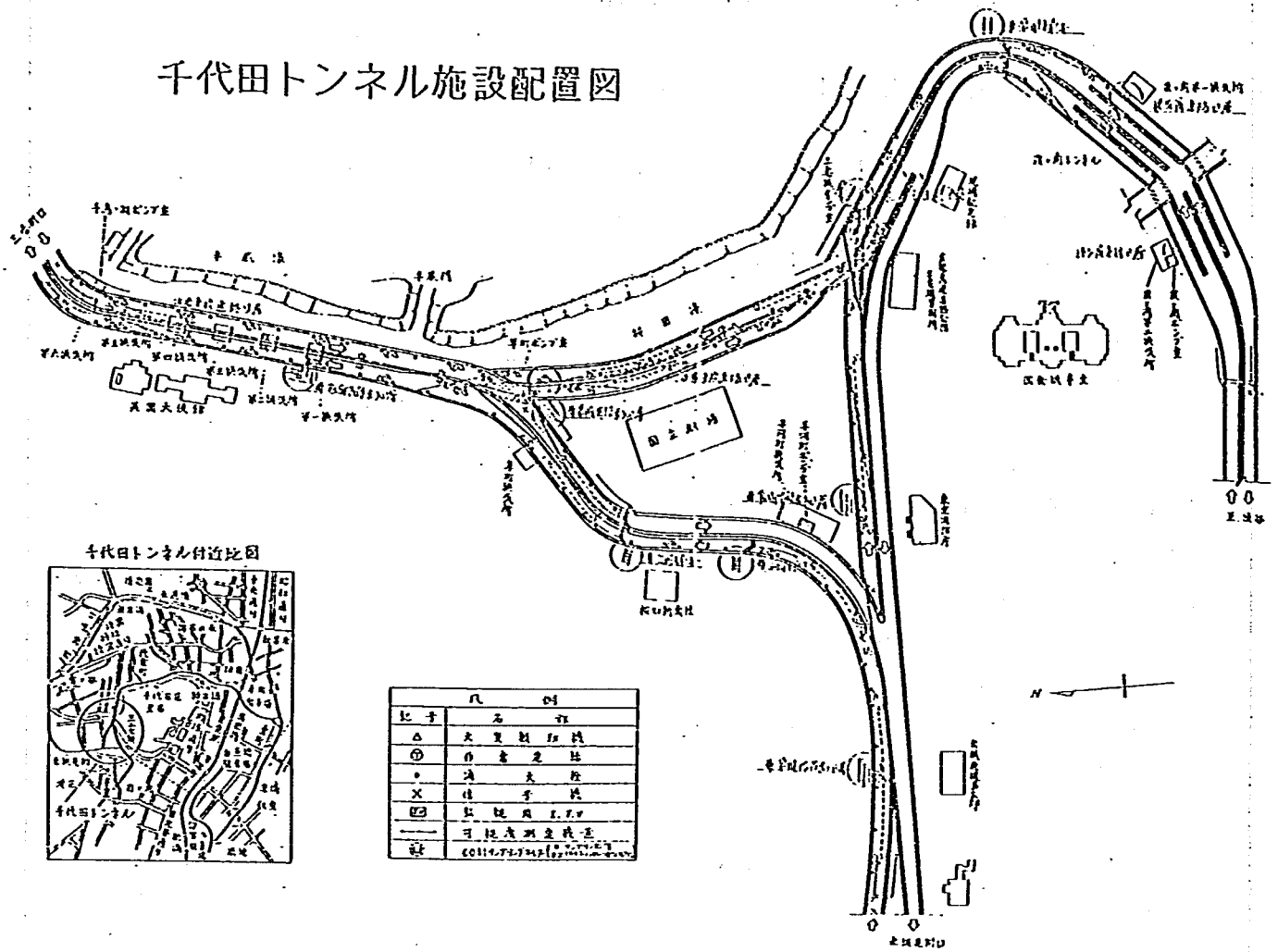


A-A断面図

名 称	関越自動車 関越トンネル
事 業 者	日本道路公団
所 在 地	群馬県利根郡水上町～新潟県南魚沼郡湯沢町
建 設 年 月 日	昭和53年3月～昭和60年10月
計画要因・目的	高速自動車国道 首都及び太平洋地域と日本海地域を結ぶ幹線
利 用 目 的	道路トンネル
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	馬てい形
寸法（B×H×L）m	11.8m×8.10m×10,885m（10,926m坑門工を含む）
掘 削 空 m ³	1,497,000m ³ （地下換気所、立坑等を含む）
土 被 り m	最大約1,200m
地 質	石英閃緑岩、変質安山岩、流紋岩、ホルンフェルス
施 工 法	全断面掘削工法（在来工法、ロックボルト工法）
工 費 土木費 諸設備費	事業費 598億円
今 後 の 課 題	
出 典	関越トンネル工事誌

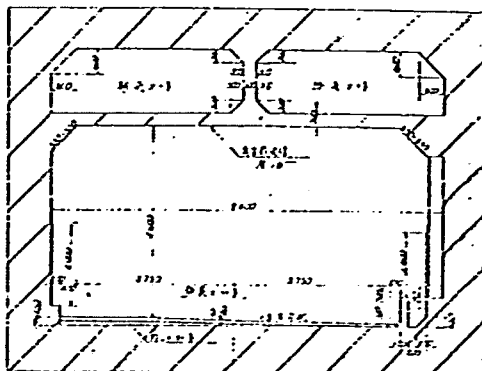
名 称	首都高速道路 千代田トンネル
事 業 者	首都高速道路公団
所 在 地	東京都千代田区平河町～千鳥ヶ淵
建 設 年 月 日	昭和37年3月～39年9月
計画要因・目的	首都高速道路 3号、4号線に接続するために地下式インターチェンジが計画され、それに伴ない換気設備、防災設備等の付帯設備も必要となった。
利 用 目 的	道路トンネル
地 域 分 類	市 街 地
権 利 関 係	
断 面 形 状	図参照
寸法(B×H×L)m	図参照
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	シルト質砂
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	77.4 億円 19.0 億円
今 後 の 課 題	
出 典	換気設備を有する道路トンネル実例集

千代田トンネル施設配置図

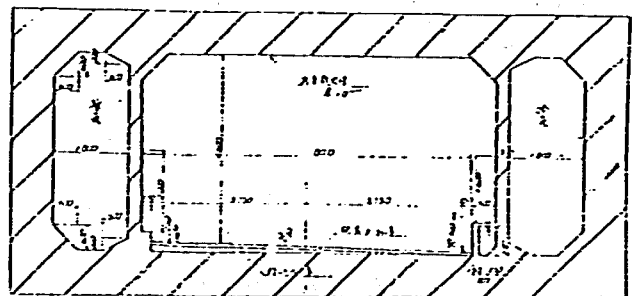


記号	名称
△	大規模建物
○	小規模建物
×	道路
□	トンネル
—	トンネルの延長線

1. 2
(天竺寺)

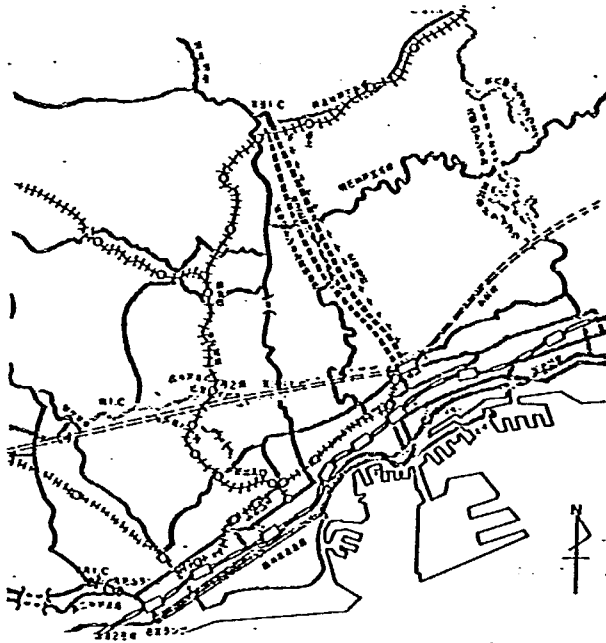


1. 7
(千代田)



名 称	第2新神戸トンネル（市道生田川箕谷線）
事 業 者	神戸市道路公社
所 在 地	神戸市中央区旗塚通7丁目～北区山田町下谷上
建 設 年 月 日	昭和58年度～昭和63年度
計画要因・目的	北神地域における交通量の増加に対応し、既設の新神戸トンネルに併設して計画された有料の道路トンネルである。
利 用 目 的	道路トンネル（山岳トンネル内ランプ有）
地 域 分 類	市街化地域
権 利 関 係	
断 面 形 状	馬てい形
寸法（B×H×L）m	10.3×7.2×7227（内6782 山岳トンネル区間）
掘 削 空 ㎡	612,000（山岳トンネル本体、斜坑、地下換気所）
土 被 り m	360
地 質	布引花崗閃緑岩、六甲花崗岩
施 工 法	NATM（ベンチカット工法）
工 費 土木費 諸設備費	440億（事業費）
今 後 の 課 題	
出 典	神戸市道路公社のパンフレット

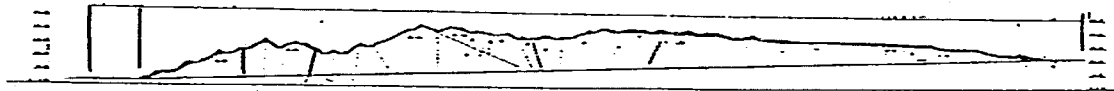
位置図



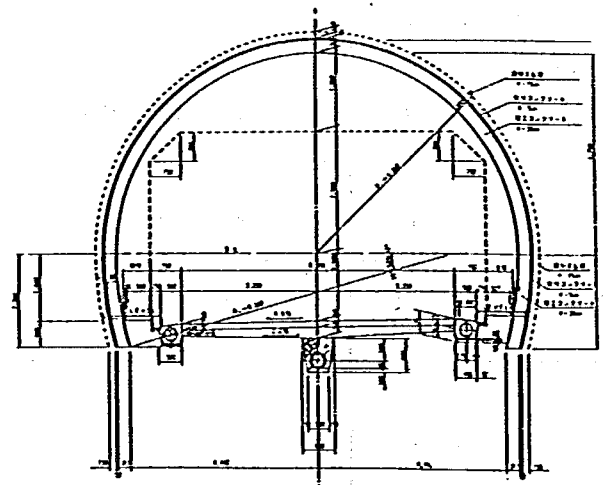
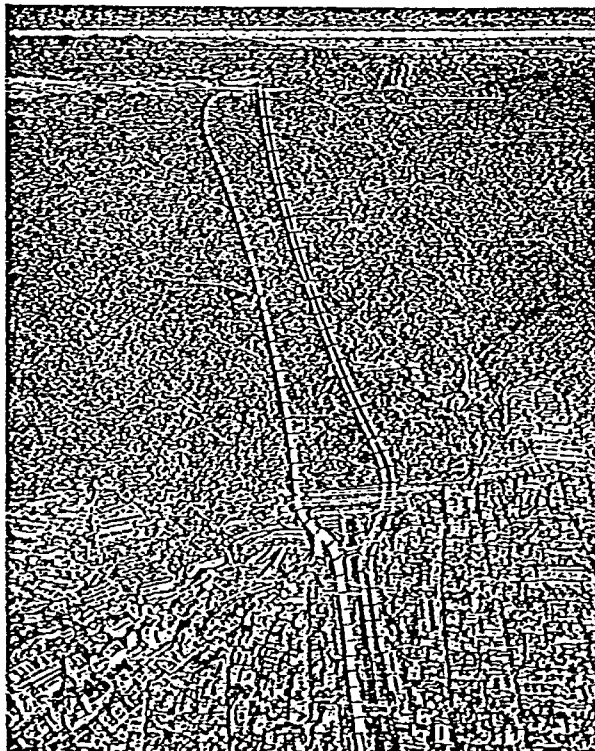
縦断面図

開削トンネル区間 $L=445\text{ m}$

山岳トンネル区間 $L=6782\text{ m}$

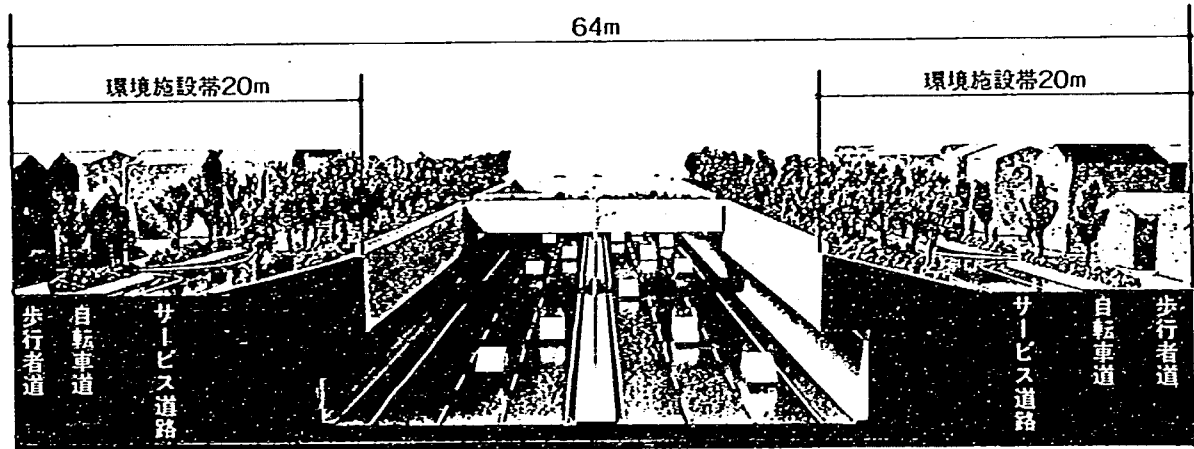
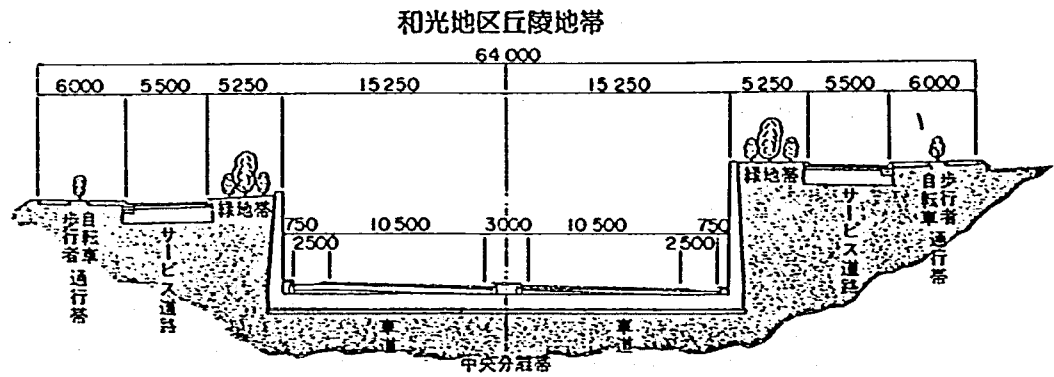


標準断面図

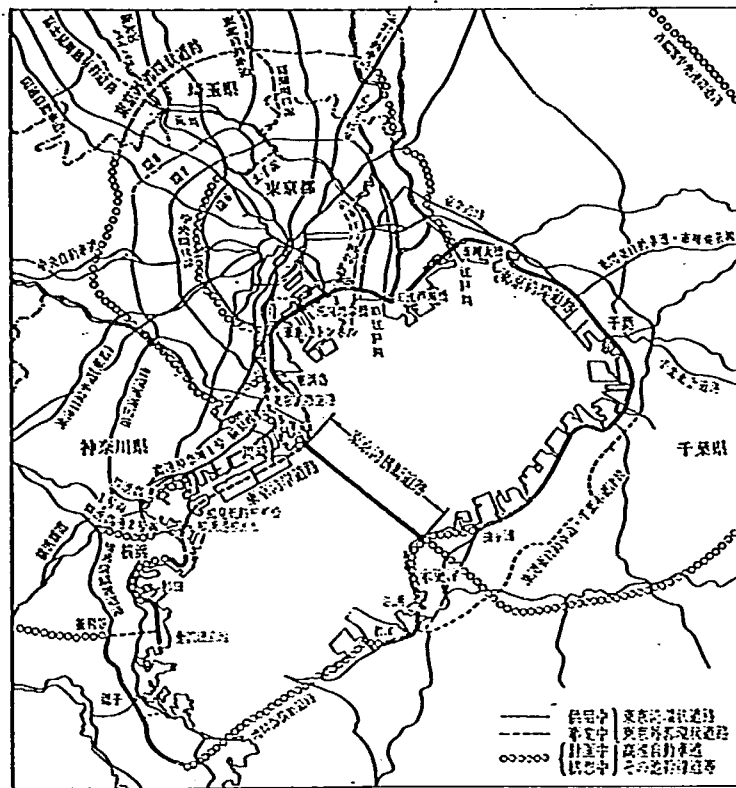


名 称	東京外かく環状道路
事 業 者	日本道路公団
所 在 地	埼玉県和光市、東京都練馬区
建 設 年 月 日	建設中
計画要因・目的	
利 用 目 的	自動車専用道路
地 域 分 類	市街地
権 利 関 係	所有権を取得
断 面 形 状	箱型擁壁
寸法（B×H×L）m	図示
掘 削 空 m ³	300 m ³ /m
土 被 り m	
地 質	武蔵野ローム、立川ローム層
施 工 法	オープンカット
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	パンフレット 日本道路公団東京第一建設局 川口工事事務所 練馬工事事務所

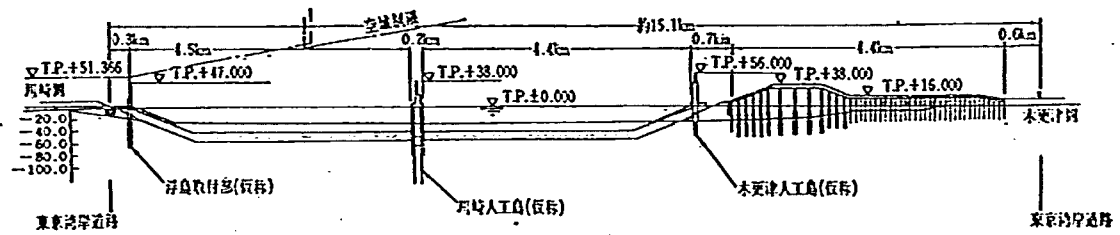
① 6車線(半地下構造)



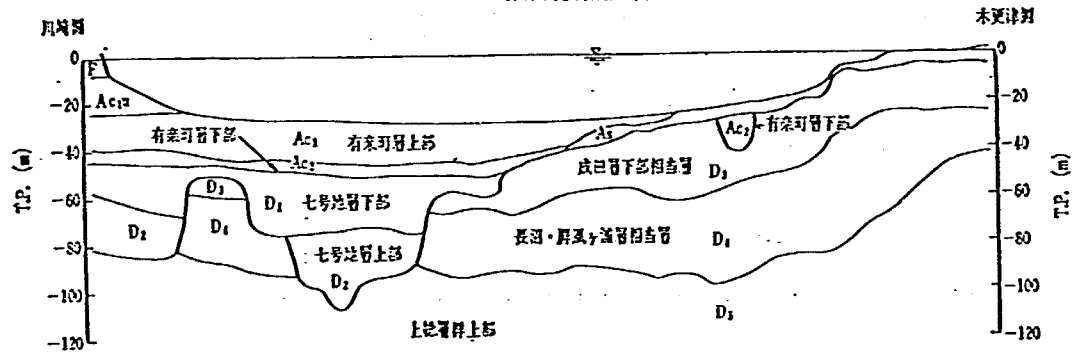
名 称	東京湾横断道路
事 業 者	東京湾横断道路株式会社
所 在 地	川崎市浮島地先より木更津市大字中島地先まで
建 設 年 月 日	工期 約10年
計画要因・目的	「ネオ・トウキョウ プラン」等を踏まえて計画された。東京湾環状道路の一部として京浜地域と房総地域とを結ぶ。 道路の規格-第1種第2級、設計速度80km/h
利 用 目 的	自動車専用道路
地 域 分 類	港 湾 部
権 利 関 係	
断 面 形 状	円 形
寸法(B×H×L)m	φ13.9m、L=9.1km
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	約15m程度(海底下)、海面下約50~60m
地 質	有楽町層、成田層下部相当層、七号地層、長沼・屏風ヶ浦層下部相当層
施 工 法	シールド工法(トンネル部)
工 費 土木費 諸設備費	約1兆1500億円
今 後 の 課 題	
出 典	土と基礎 1987年1月号



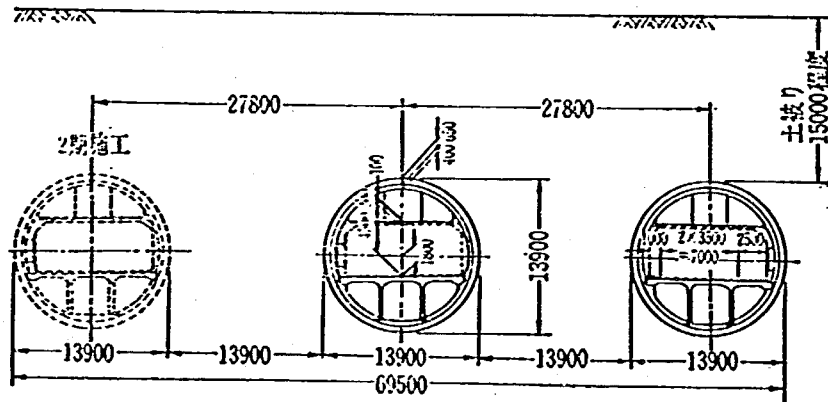
東京湾横断道路位置図



東京湾横断道路断面図



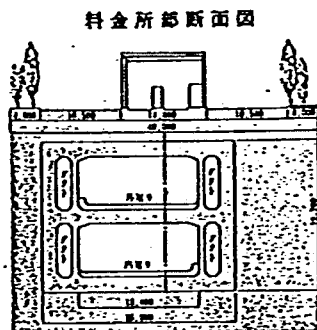
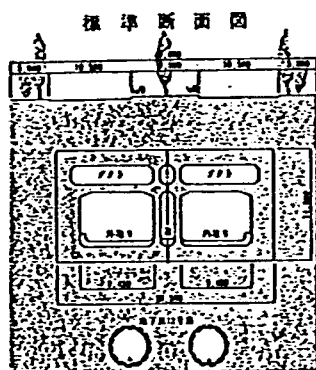
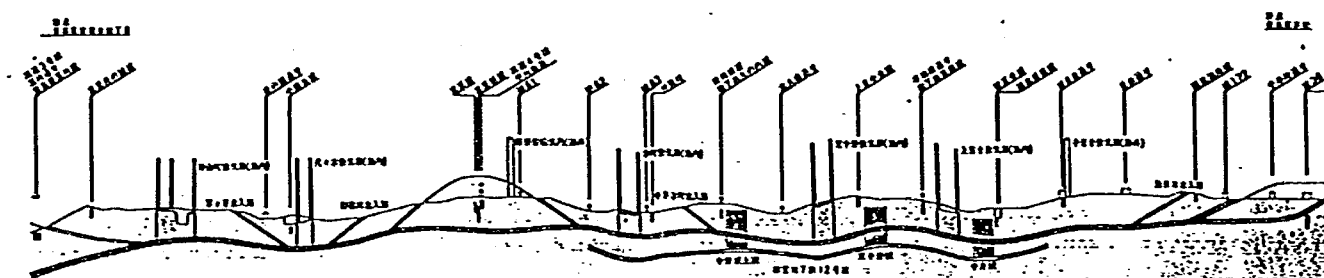
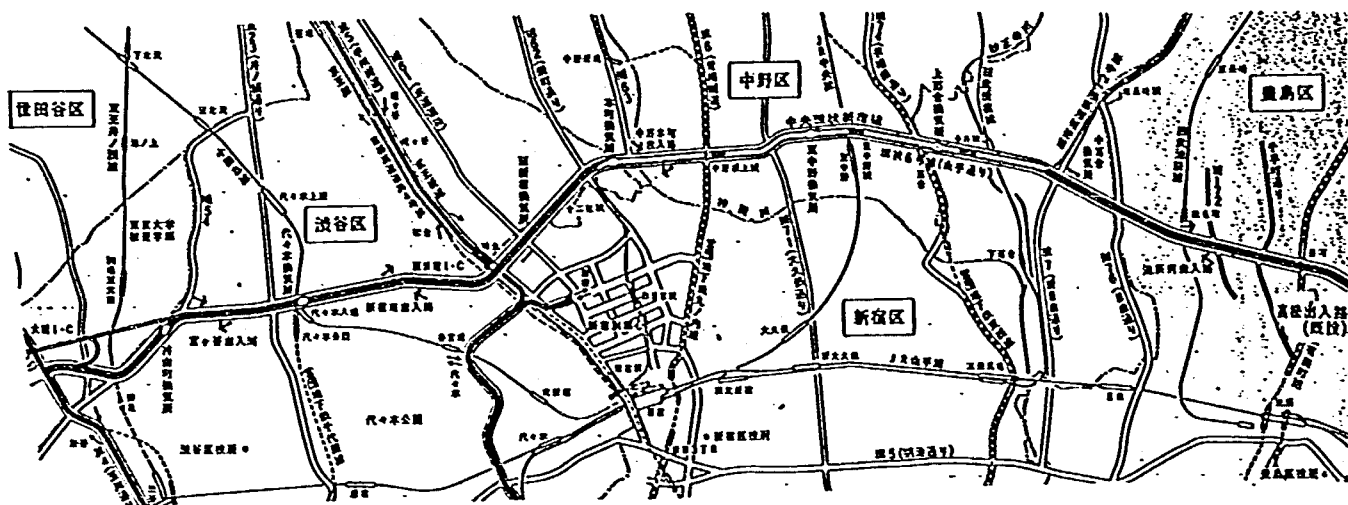
地質断面図



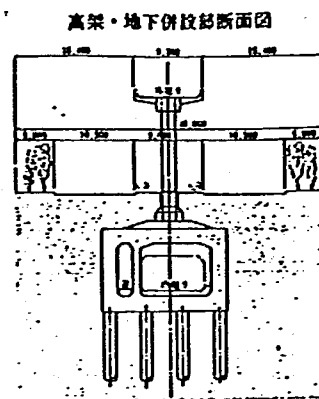
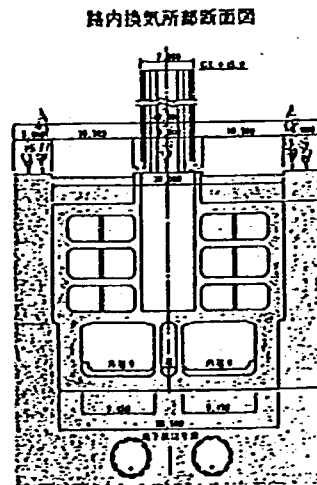
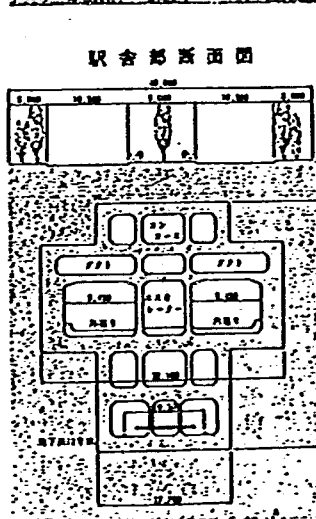
トンネル断面図

名 称	首都高速都心新宿線 (構想)
事 業 者	首都高速道路公団
所 在 地	東京都千代田区丸の内～新宿区西新宿
建 設 年 月 日	完成 昭和70年以後
計画要因・目的	都心における交通渋滞の恒常化、既定計画線の整備遅延に対し、早急な対策を講ずべく、トンネル構造で検討が進められている。
利 用 目 的	乗用車専用道路
地 域 分 類	市街地
権 利 関 係	公共用地下………占用 民 地 ………?
断 面 形 状	シールドトンネル
寸法 (B×H×L)m	
掘 削 空 m³	約250万m³
土 被 り m	40m程度
地 質	
施 工 法	シールドトンネル
工 費 土木費 諸設備費	建設費 約4000億円
今 後 の 課 題	
出 典	朝日新聞 昭和63年5月28日、他

名 称	首都高速 中央環状新宿線
事 業 者	首都高速道路公団
所 在 地	東京都 山の手通り
建 設 年 月 日	計画中
計画要因・目的	用地問題等から専用道路を地下道路とした。
利 用 目 的	専用道路
地 域 分 類	市街化区域
権 利 関 係	二段道路の地下は占用、民地部は区分地上権を設定と思われる。
断 面 形 状	矩形
寸法 (B×H×L)m	図示
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	5 m 以上
地 質	関東ローム
施 工 法	開削によるボックストンネル
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	首都高速 中央環状新宿線パンフレット

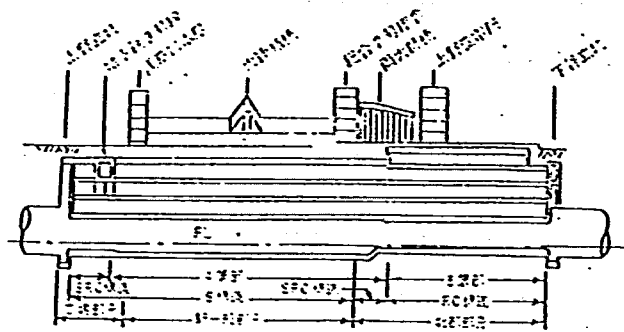


凡 例	
	中央環状新設線
	供用線
	路内換気所
	路外換気所
	都市高速鉄道第12号線
(換気所等の名称および地下鉄12号線は省略)	

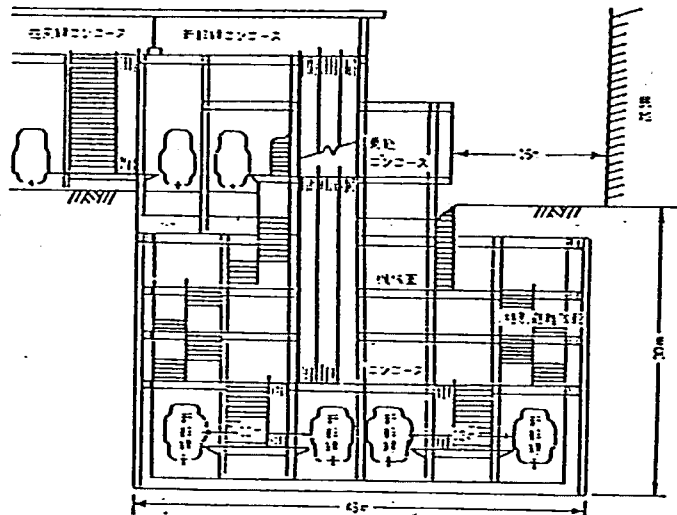


鐵 道 施 設

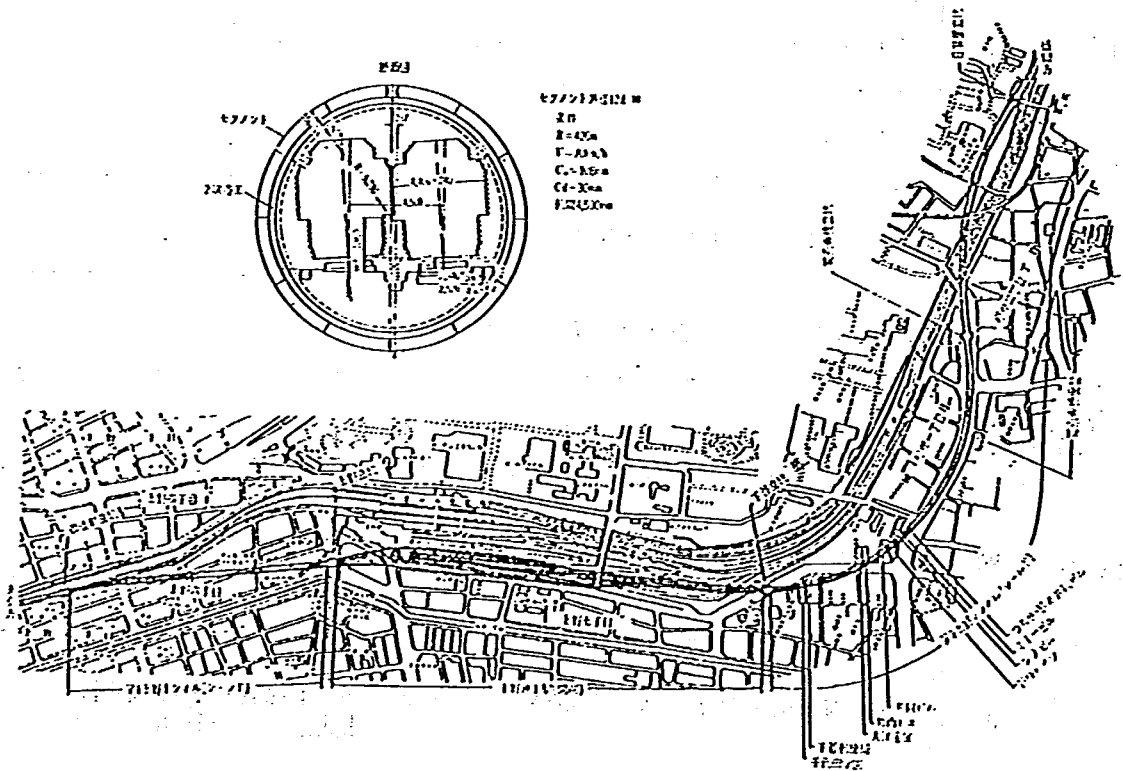
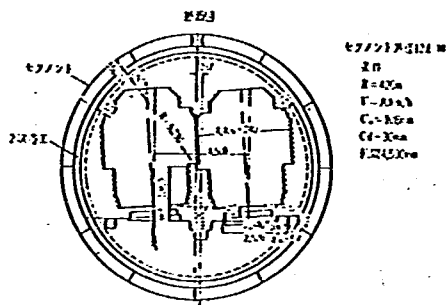
名 称	上野地下駅及び第2上野トンネル
事 業 者	日本国道路鉄道 (現 J R 東日本)
所 在 地	東京都台東区上野
建 設 年 月 日	昭和53年～60年
計画要因・目的	上野～日暮里間の東北、上越新幹線用地下駅及び、トンネル
利 用 目 的	地下駅及び、トンネル
地 域 分 類	市 街 地
権 利 関 係	
断 面 形 状	右 図 参 照
寸法 (B×H×L)m	右 図 参 照
掘 削 空 m ³	駅部—約85万m ³ 、トンネル—約15万m ³
土 被 り m	駅部深さ 約30m
地 質	滞水砂層
施 工 法	駅部—開削工法、トンネル—圧気併用開放型シールド工法
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	トンネルと地下 1981年11月号



上野地下駅横断面図



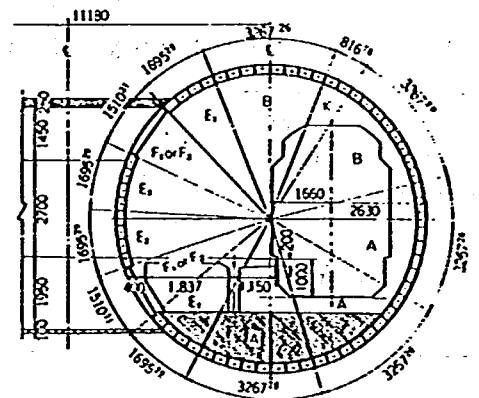
上野地下駅横断面図



第2上野トンネル断面図

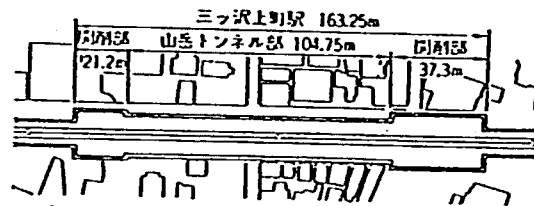
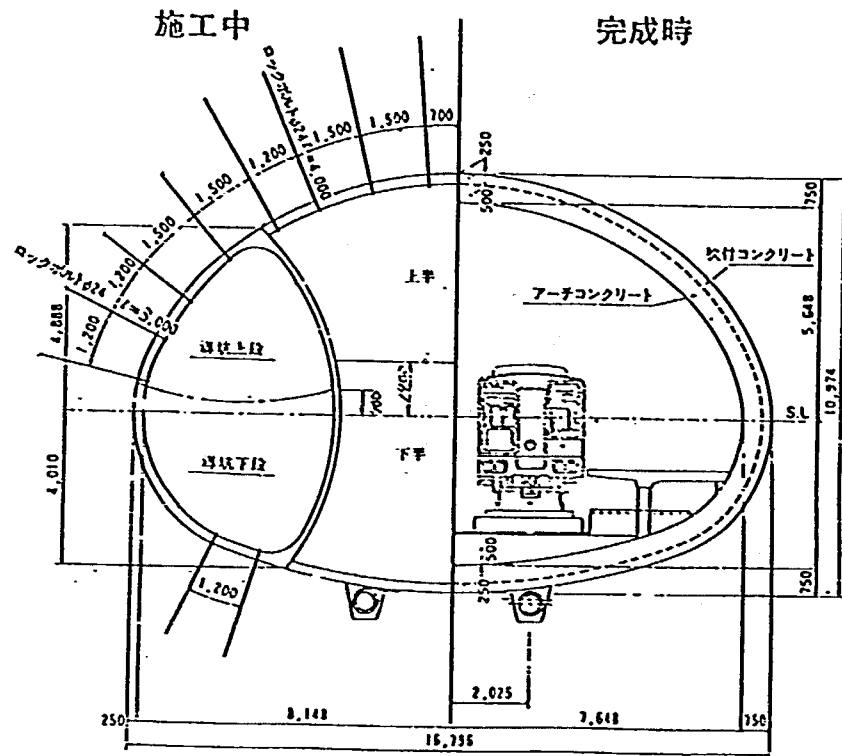
名 称	J R京葉線京橋トンネル
事 業 者	東日本旅客鉄道株式会社
所 在 地	東京都中央区八重洲二丁目～八丁堀三丁目～
建 設 年 月 日	昭和62年度～
計画要因・目的	通勤、通学輸送
利 用 目 的	地下鉄道
地 域 分 類	都市内
権 利 関 係	
断 面 形 状	二連円形
寸法(B×H×L)m	12.0×7.2×619
掘 削 空 m ³	76 m ³ /m
土 被 り m	平均25
地 質	洪積砂層、シルト層、砂礫層
施 工 法	泥水式シールド工法（マルチフェースシールド）
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	京葉線京橋トンネル新設工事パンフレット 東日本旅客鉄道株式会社 株式会社 熊谷組

名 称	国会議事堂前駅（営団千代田線）
事 業 者	帝都高速度交通営団
所 在 地	東京都千代田区永田町二丁目
建 設 年 月 日	昭和43年～昭和47年度
計画要因・目的	都市内の旅客輸送 （我国の地下鉄では最も深い駅）
利 用 目 的	地下鉄の駅
地 域 分 類	都市内
権 利 関 係	
断 面 形 状	円形
寸法（B×H×L）m	φ8.6×21.7（往復）
掘 削 空 m ³	58 m ³ /m
土 被 り m	3.2
地 質	洪積砂層、粘土層
施 工 法	手掘り式シールド工法
工 費 土木費 諸設備費	16億円
今 後 の 課 題	
出 典	シールド工法による鉄道トンネル実施例集、昭和49年7月、日本鉄道施設協会

[illegible][illegible]

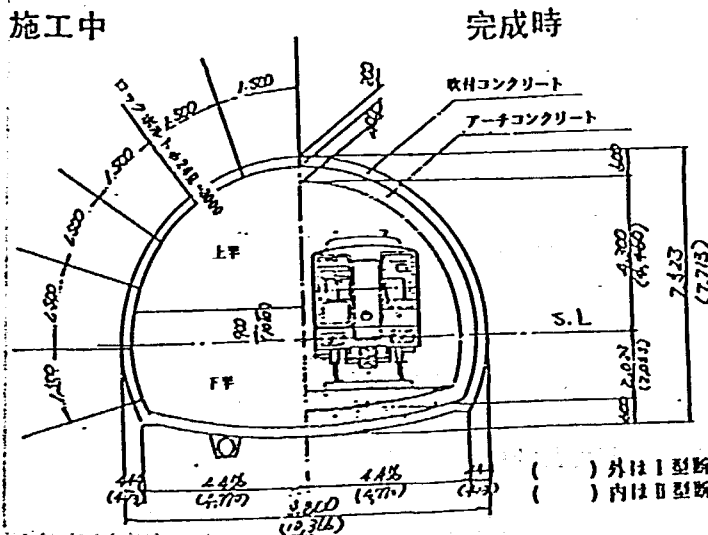
名 称	三ツ沢上町 (横浜市高速鉄道3号線)
事 業 者	横浜市交通局
所 在 地	横浜市神奈川区三ツ沢上町
建 設 年 月 日	昭和55年度～昭和59年度
計画要因・目的	横浜市中心部から東海道新幹線新横浜駅への旅客輸送 (市街地内における大断面トンネル)
利 用 目 的	地下鉄の駅
地 域 分 類	都市内
権 利 関 係	国道1号線下
断 面 形 状	卵形
寸法 (B×H×L)m	16.8×11.0×105 (駅間部 9.8×7.5×693)
掘 削 空 m ³	146 m ³ /m (駅間部 60 m ³ /m)
土 被 り m	22 (駅間部 24)
地 質	洪積世の泥岩と砂層の互層
施 工 法	NATM (サイロット工法) (駅間部ショートベンチ工法)
工 費 土木費 諸設備費	62億円
今 後 の 課 題	
出 典	横浜市地下鉄三ツ沢上町駅工区のNATMの施工における吹付コンクリート工 第3回トンネル技術シンポジウム 1983年3月

取部トンネル断面図

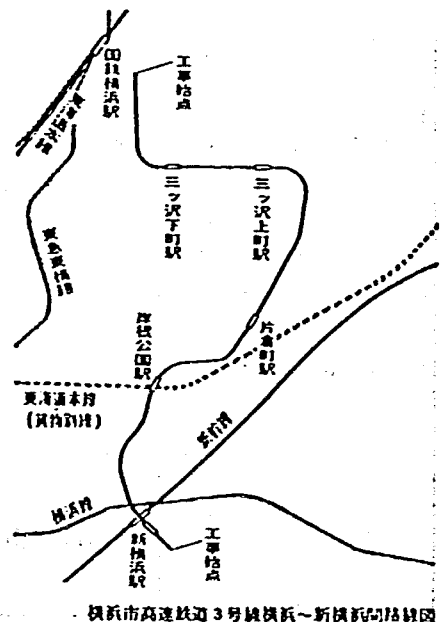


三ツ沢上町駅平面図

一般部トンネル断面図



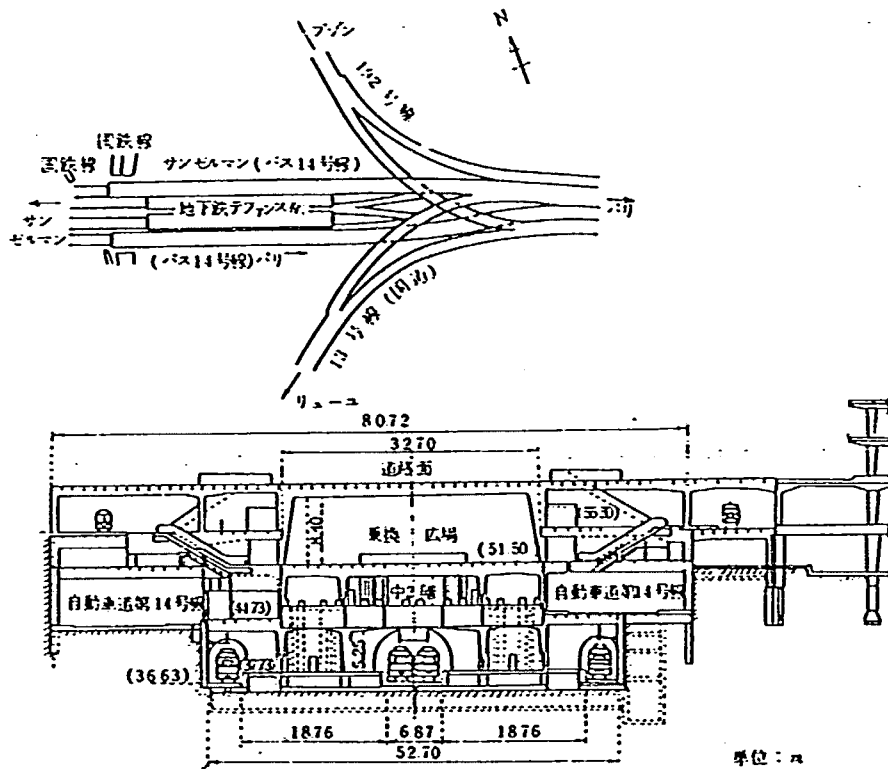
() 外はⅠ型断面寸法
() 内はⅡ型断面寸法



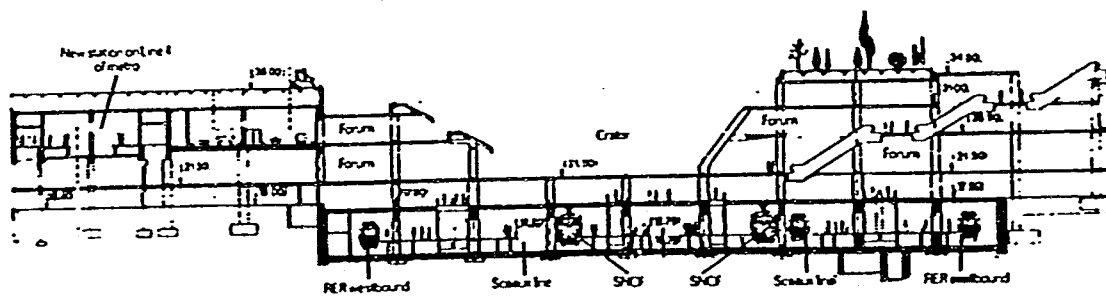
三ツ沢上町駅平面図

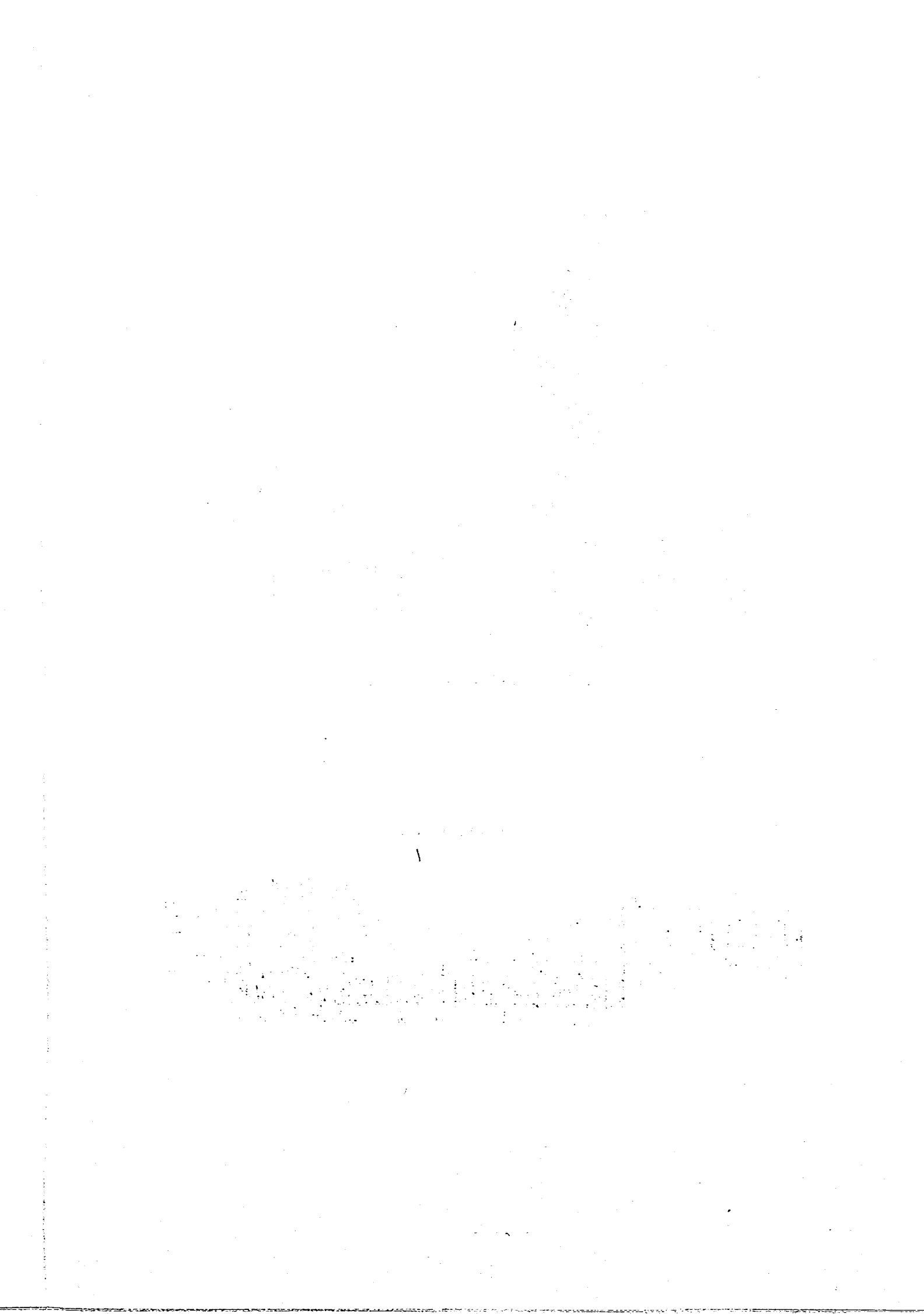
名 称	東西地域急行線（R E R）
事 業 者	パリ自治運輸公団（R A T P）
所 在 地	パリ
建 設 年 月 日	1961年～1977年
計画要因・目的	大パリ地域の高速公団網の充実 （既存の地下鉄網、バス路線との乗入れた駅）
利 用 目 的	地下鉄道
地 域 分 類	都市内
権 利 関 係	
断 面 形 状	
寸法（B×H×L）m	
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	開削工法
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	鉄道建築関係指針資料集（2） 鉄道建築協会

バリ テファソス駅



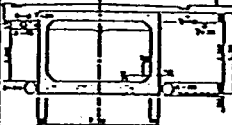
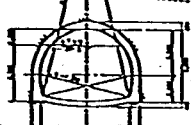
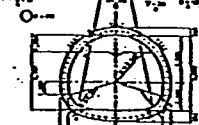
パリ Châtelet駅

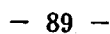




河 川 施 設

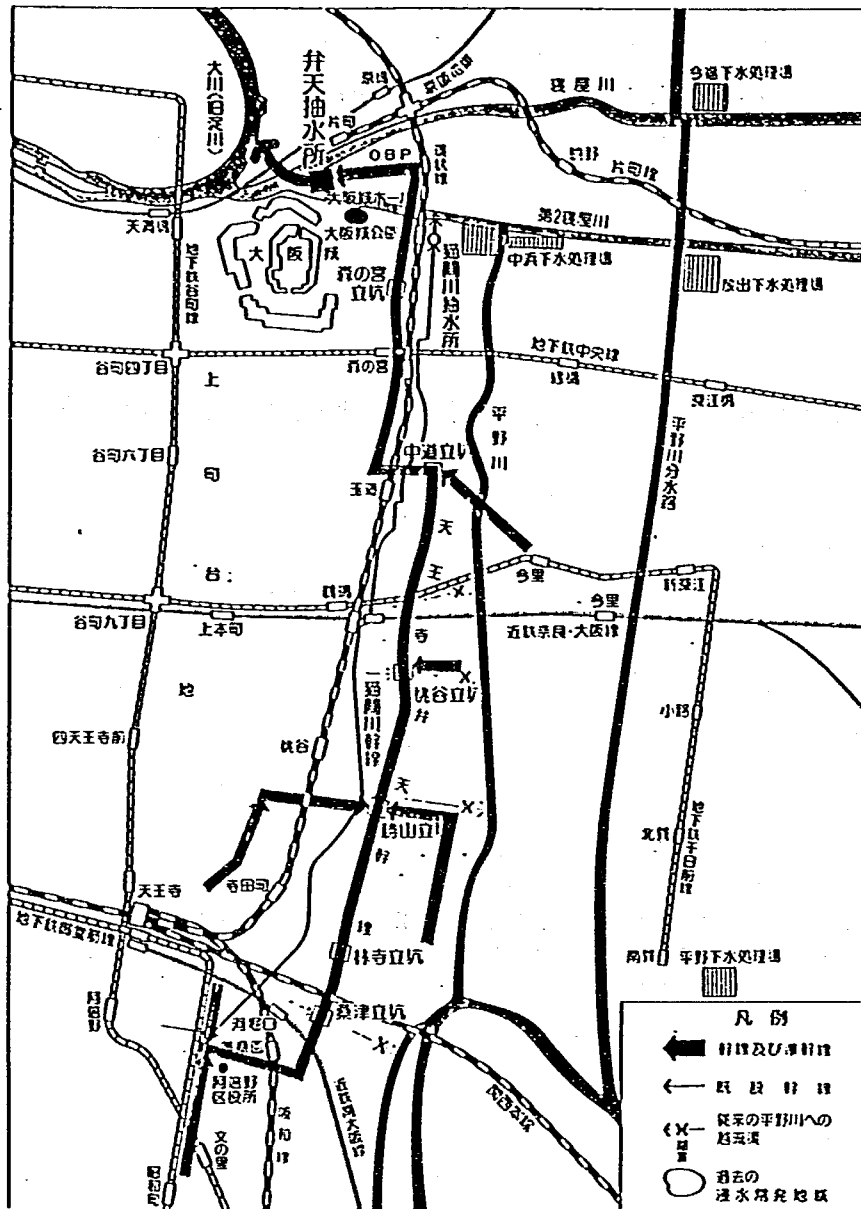
名 称	釜川放水路建設事業
事 業 者	宇都宮市
所 在 地	宇都宮市下戸祭2丁目地先～大曾町3丁目地先
建 設 年 月 日	計画決定 昭和49年6月21日
計画要因・目的	釜川の流域面積6.4km ² のうち上流5.0km ² の洪水を全面カットし田川へ放水させる。 (Q=90m ³ /S)
利 用 目 的	洪水対策
地 域 分 類	市街化地域（市道21号線の道路下）
権 利 関 係	
断 面 形 状	馬てい形 Boxの2タイプ
寸法(B×H×L)m	7.0×5.6×1601.25（内トンネル部855m）
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	0m～5m
地 質	洪積層 砂岩礫岩 凝灰質岩 寺山層群
施 工 法	普通トンネル（延長280m 内空32.7m ² ） NATMトンネル（延長575m 内空32.3m ² ）
工 費 土木費 諸設備費	65億円
今 後 の 課 題	
出 典	釜川トンネル放水路パンフレット

位 置	分流水：栃木県宇都宮市戸祭町 放流口：栃木県宇都宮市大曾3丁目		
延長	1,601.25m (内トンネル部 855m)		
形 式	単 独 渠 断 面	標準馬蹄型無圧トンネル	標準卵型無圧トンネル
			
河床勾配	下流1/200	上流1/250	1/250



名 称	弁天幹線
事 業 者	大阪市下水道局
所 在 地	
建 設 年 月 日	昭和60年完成
計画要因・目的	雨水の貯留
利 用 目 的	
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	max 仕上り内径6.0 m
寸法(B×H×L)m	
掘 削 空 m ³	約40 m ³ /m
土 被 り m	30 m
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	パンフレット

天王寺～弁天幹線下水道

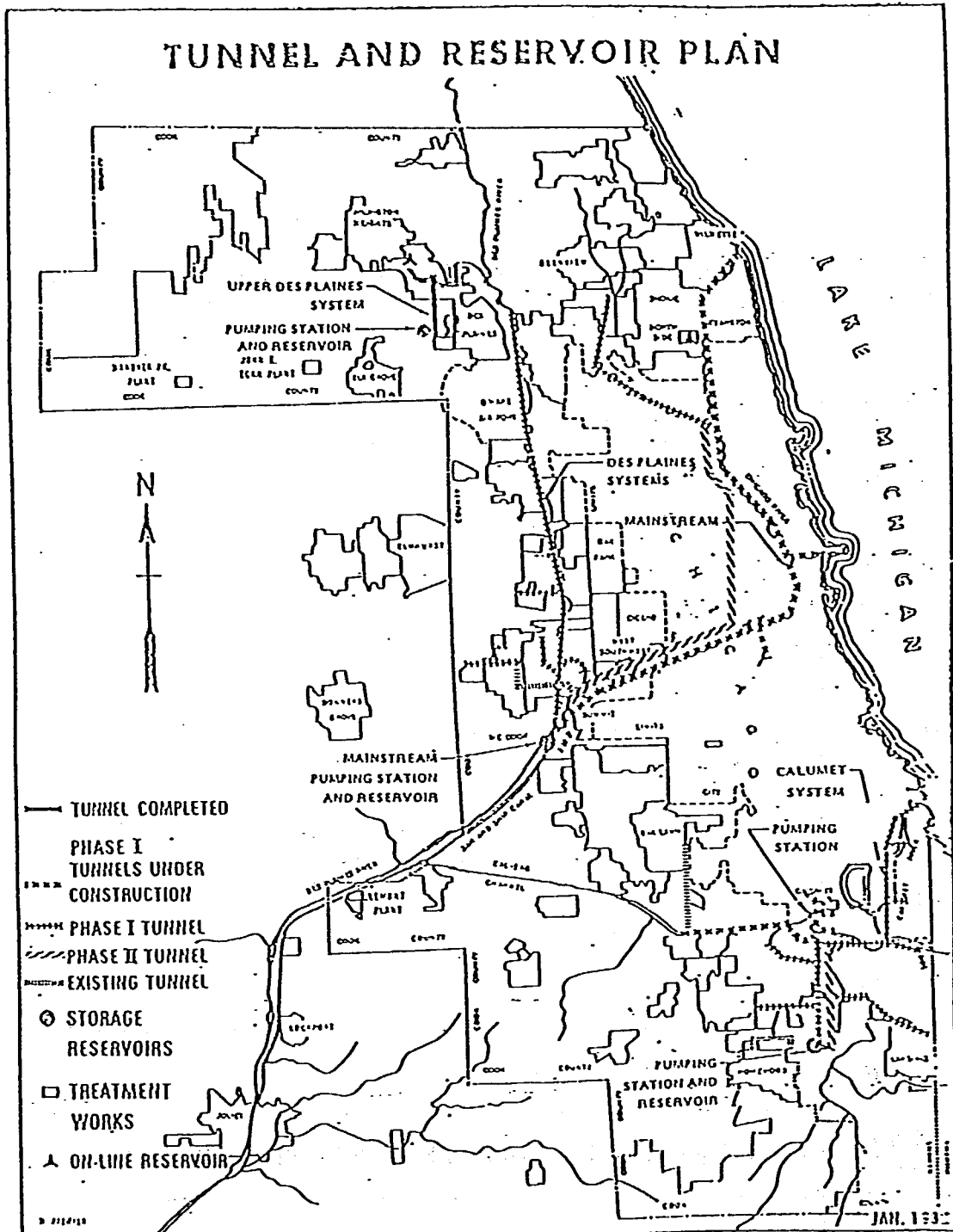


天王寺～弁天幹線概要

区分	区間	内径	延長
幹線	弁天抽水所(東区所見)～中道立坑	6,000mm	3,030m
	中道立坑(東区中道)～桃谷立坑	5,500	1,330
	桃谷立坑(生野区桃谷)～駒山立坑	5,000	830
	駒山立坑(生野区駒山北)～林寺立坑	3,000	1,220
	林寺立坑(生野区林寺)～桑津立坑	2,600	375
	桑津立坑(東区桑津)～		
	阿倍野区役所前立坑(阿倍野区文の里)	2,300	1,210
	計	8,100	8,165
支線	今里～中道	2,600	650
	駒山北内	1,350	525
	林寺～駒山	1,500～2,300	1,650
	阿倍野区内	1,650～2,200	1,480
	阿倍野区内	1,100～2,000	1,010
	支線計		5,515
	合 計		13,680

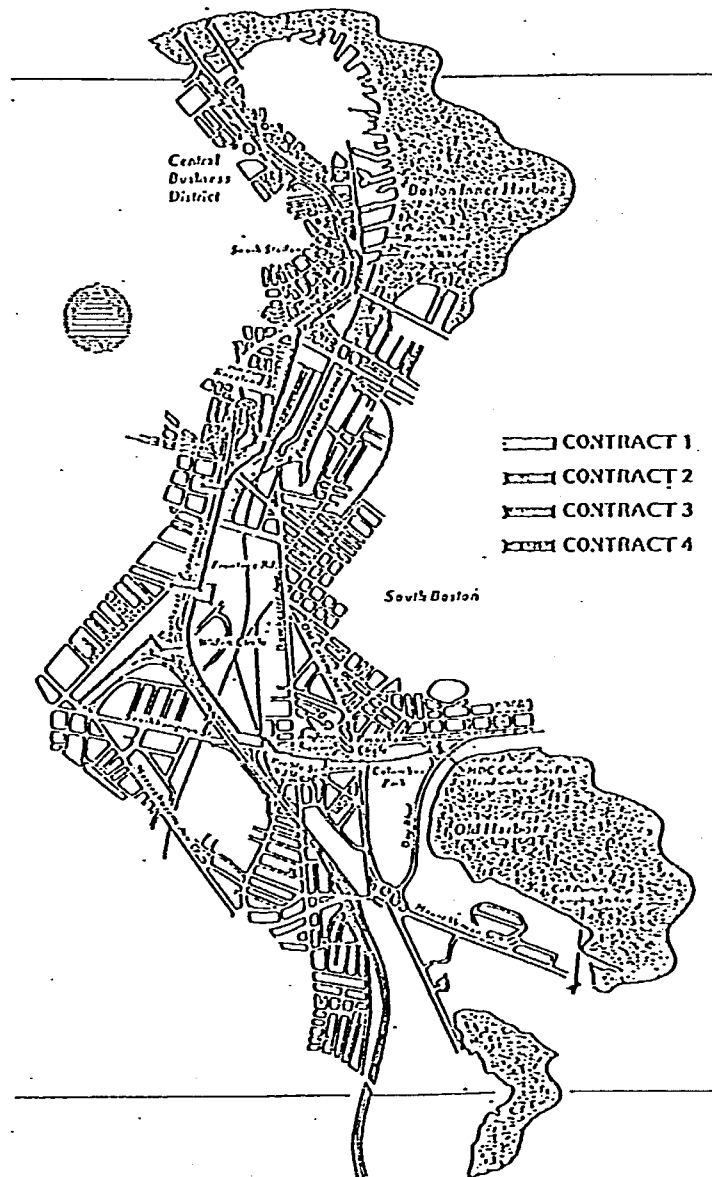
名 称	シカゴ雨水下水排水用地下トンネル
事 業 者	シカゴ大都市圏衛生公社 (事業の運営: 委員会)
所 在 地	シカゴ
建 設 年 月 日	
計画要因・目的	シカゴ川氾濫、合流式下水の雨水溢流による公共用水域の汚濁防止
利 用 目 的	洪水調整池
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	円形
寸法 (B×H×L)m	ディープトンネル: $\phi 3 \sim 11 m$ $\ell = 210 km$ (第1期171.3km 第2期34.6km) ドロップシャフト: $\phi 1.2 \sim 5.2 m$ 252ヶ所 高さ61~91m
掘 削 空 m^3	貯留量 1089.2万 m^3
土 被 り m	61~107m
地 質	シリア紀 石雲石
施 工 法	TBM 及び発破 (一部コンクリート巻立て)
工 費 土木費 諸設備費	事業費: 第1期工事 22億4000ドル
今 後 の 課 題	
出 典	地下空間利用に関する文献 (第2集) 昭和61年9月 国土政策機構その他

シカゴ雨水下水排水用地下トンネル計画図

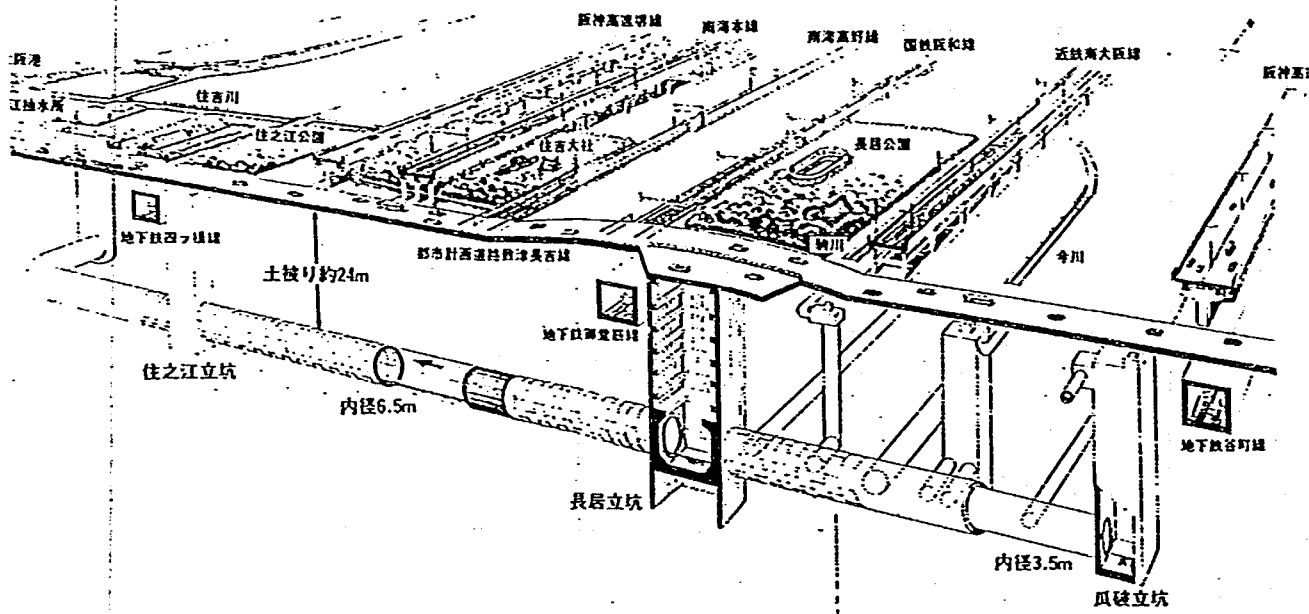


名 称	ボストン雨水下水排水用地下トンネル
事 業 者	ボストン上水道委員会
所 在 地	ボストン
建 設 年 月 日	
計画要因・目的	・人口8万人当時の施設を64万人の現状に合わせて改善 ・排水能力不足による浸水と下水の河川への流入による汚染防止
利 用 目 的	・雨水下水排水 ・ボストン湾の汚染防止
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	円形
寸法(B×H×L)m	トンネル $\phi = 3.0\text{ m}$ $\ell = 6.3\text{ km}$
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	海面下 85 m
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	排水用地下トンネル工事 4000万ドル 下水管の改良工事 6000万ドル
今 後 の 課 題	
出 典	地下空間利用に関する文献（第2集） 昭和61年9月 国土政策機構その他

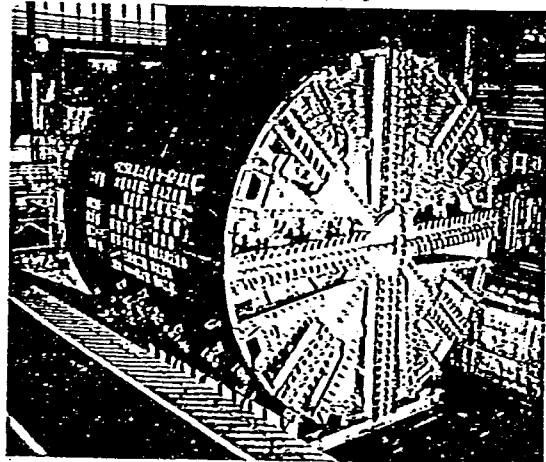
ボストン下水道計画図



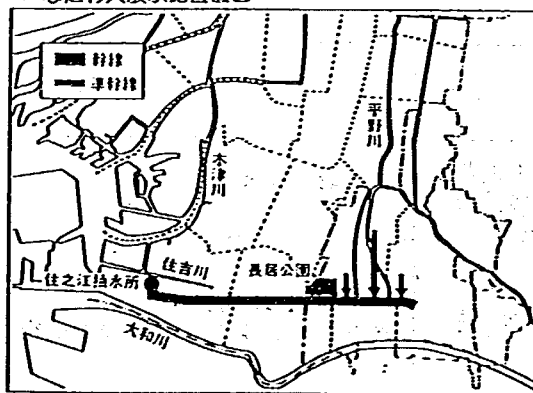
名 称	なにわ大放水路
事 業 者	大阪市下水道局
所 在 地	大阪市平野区～住之江区
建 設 年 月 日	昭和61年～
計画要因・目的	雨水排除のため貯留し、浸水を緩和する。
利 用 目 的	
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	円形 （仕上り内径6.5 m）
寸法（B×H×L）m	
掘 削 空 m ³	断面積約45 m ²
土 被 り m	30 m
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	パンフレット



Y 仕上がり内径6.5メートルの
トンネルを掘るシールドマシン

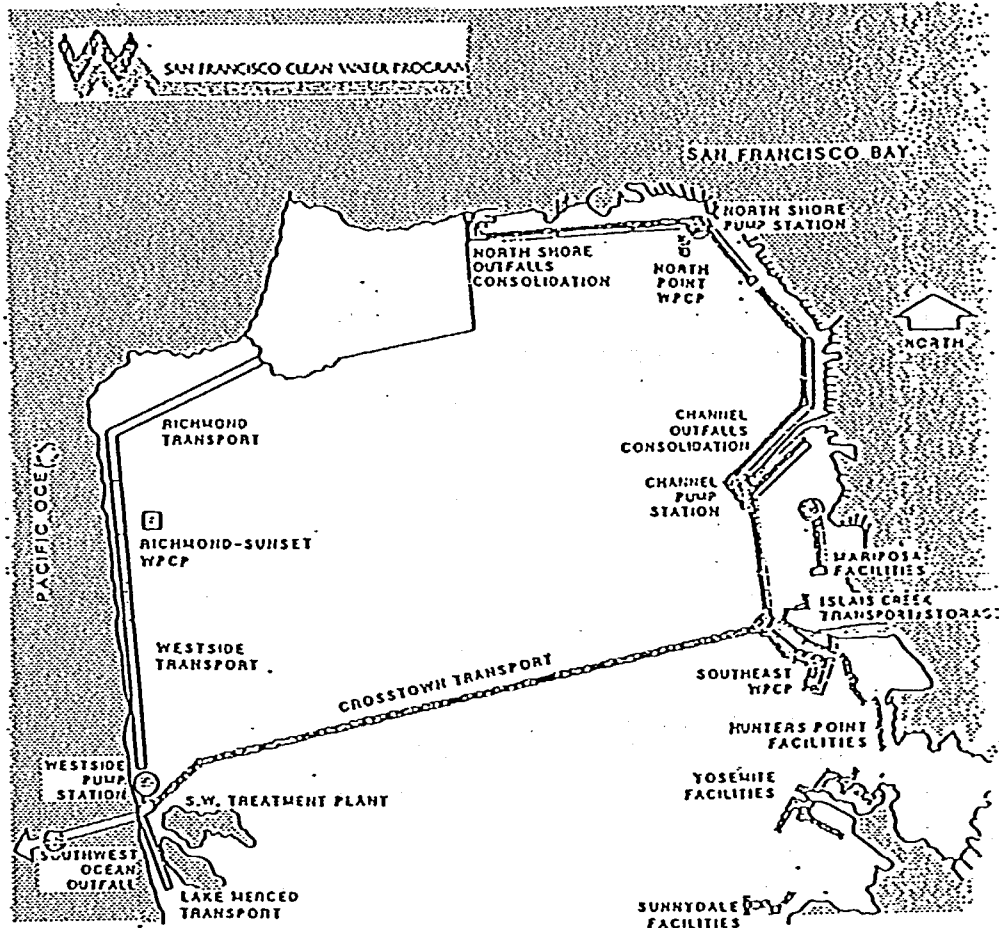


Y なにわ大放水路位置図



名 称	サンフランシスコ雨水排水施設
事 業 者	サンフランシスコ土木課
所 在 地	サンフランシスコ
建 設 年 月 日	
計画要因・目的	・既存の下水（雨水）処理施設が能力不足 ・年間80日の越流があり、60ガロンの未処理下水が越流する。
利 用 目 的	・下水（雨水）処理施設水準を高める。
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	円形
寸法（B×H×L）m	トンネル $\phi = 3.0 \text{ m}$ $\ell = 6.3 \text{ km}$
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	海面下 85 m
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	事業費 13億ドル
今 後 の 課 題	バイパスの機能 サンフランシスコ湾側の下水を太平洋側で処理放流することを検討中
出 典	地下空間利用に関する文献（第2集） 昭和61年9月 国土政策機構

サンフランシスコ雨水下水排水計画図



PROPOSED ORDER OF COMPLETION

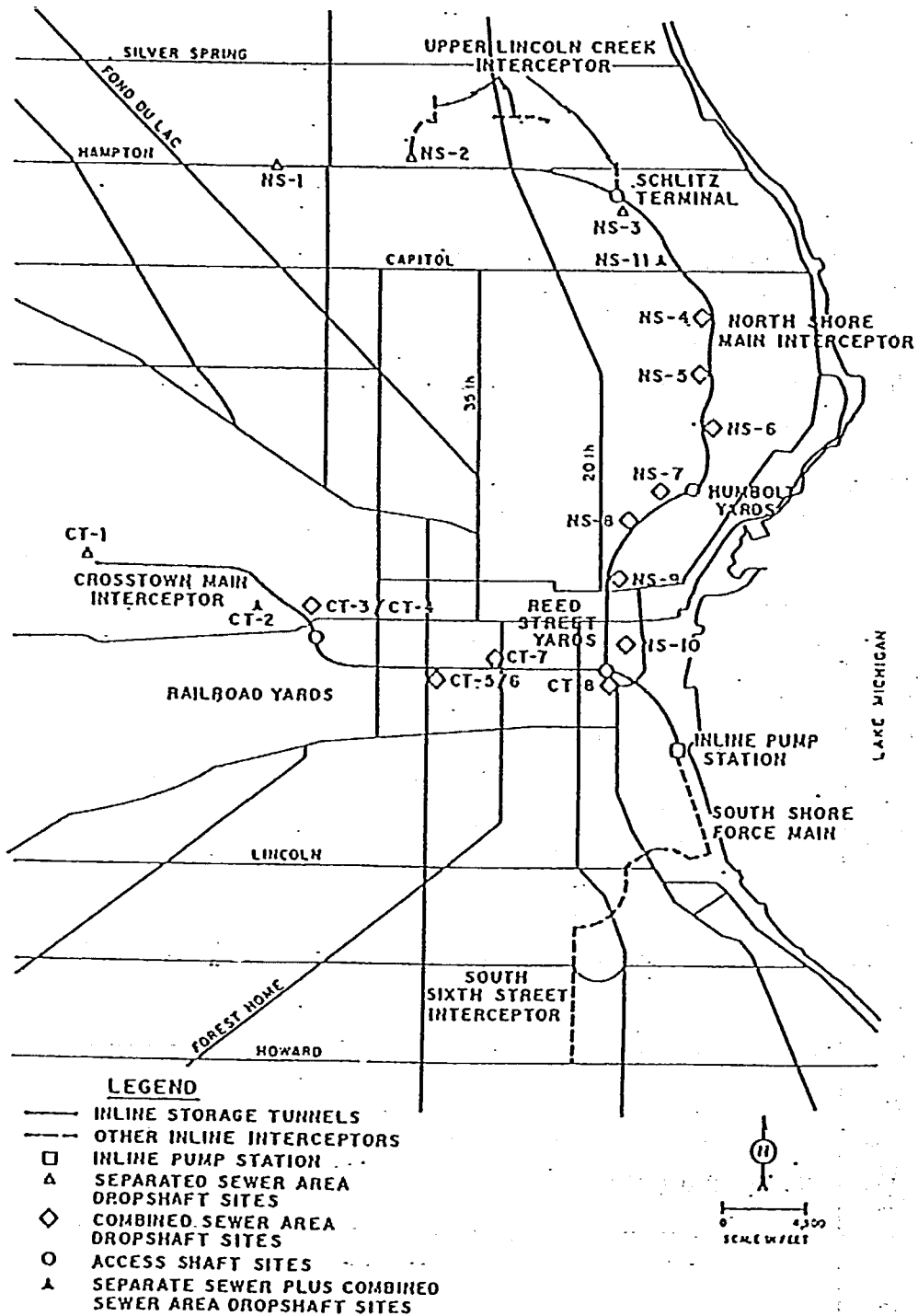
- ① DAYSIDE CORE-- BECAME OPERATIONAL IN 1982.
- ② WESTSIDE CORE-- CONSTRUCTION PERIOD 1981 TO 1986.
- ③ REMAINDER OF DAYSIDE FACILITIES.
- ④ CROSSTOWN TRANSPORT-- DEPENDENT ON FEDERAL FUNDING, UNSCHEDULED.
- ⑤ RICHMOND AND LAKE MERCED TRANSPORTS-- DEPENDENT ON FEDERAL FUNDING, UNSCHEDULED.

PROJECT ESTIMATE

\$450 MILLION
350
200
150
150
Total \$1.3 BILLION

名 称	ミルウォーキー雨水下水排水用地下トンネル
事 業 者	ミルウォーキー下水公社（事業の運営：委員会組織）
所 在 地	ミルウォーキー
建 設 年 月 日	
計画要因・目的	ミシガン湖の汚染対策 洪水処理（浸水対策）
利 用 目 的	洪水調整、ミシガン湖の汚染防止
地 域 分 類	
権 利 関 係	無（道路下）
断 面 形 状	円形
寸法（B×H×L）m	ディープトンネル： $\phi 9.2 \sim 5.2 \text{ m}$ $\ell = 30.5 \text{ km}$ ドロップシャフト： $\phi 1.83 \text{ m}$ 24ヶ所
掘 削 空 m^3	貯留量 104万 m^3
土 被 り m	80～100m
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	事業費：16.5億ドル（連邦政策50% 税金50%）
今 後 の 課 題	
出 典	地下空間利用に関する文献（第2集） 昭和61年9月 国土政策機構

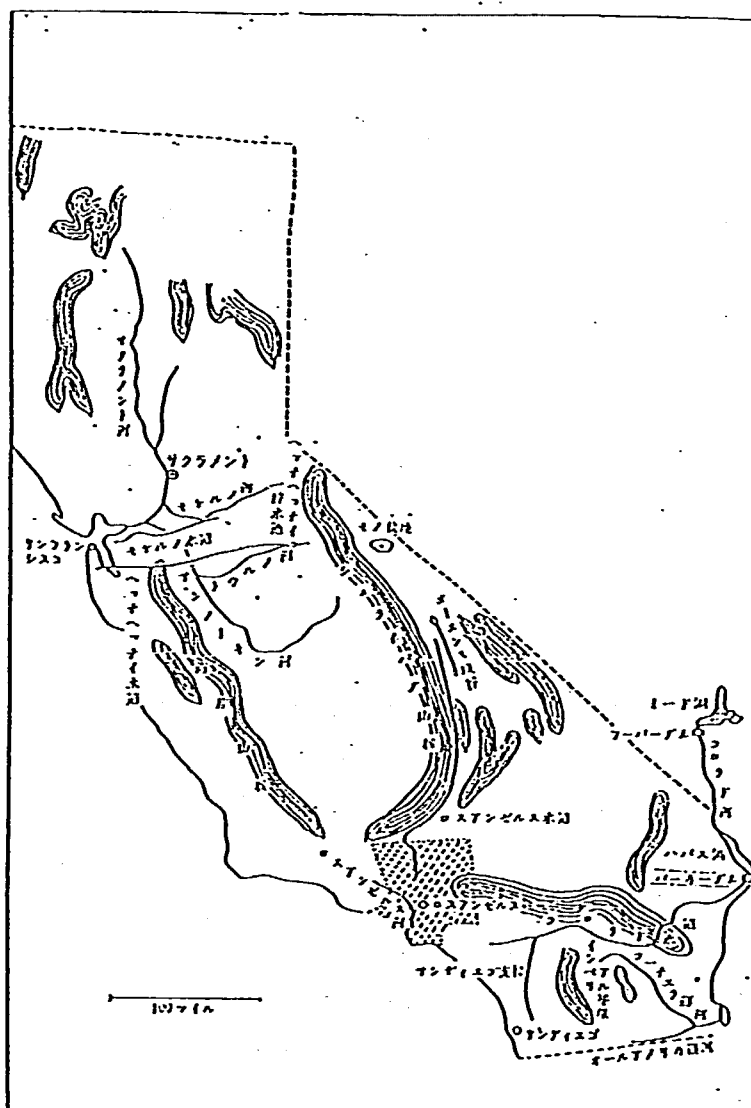
ミルウォーキー雨水下水排水用地下トンネル計画図



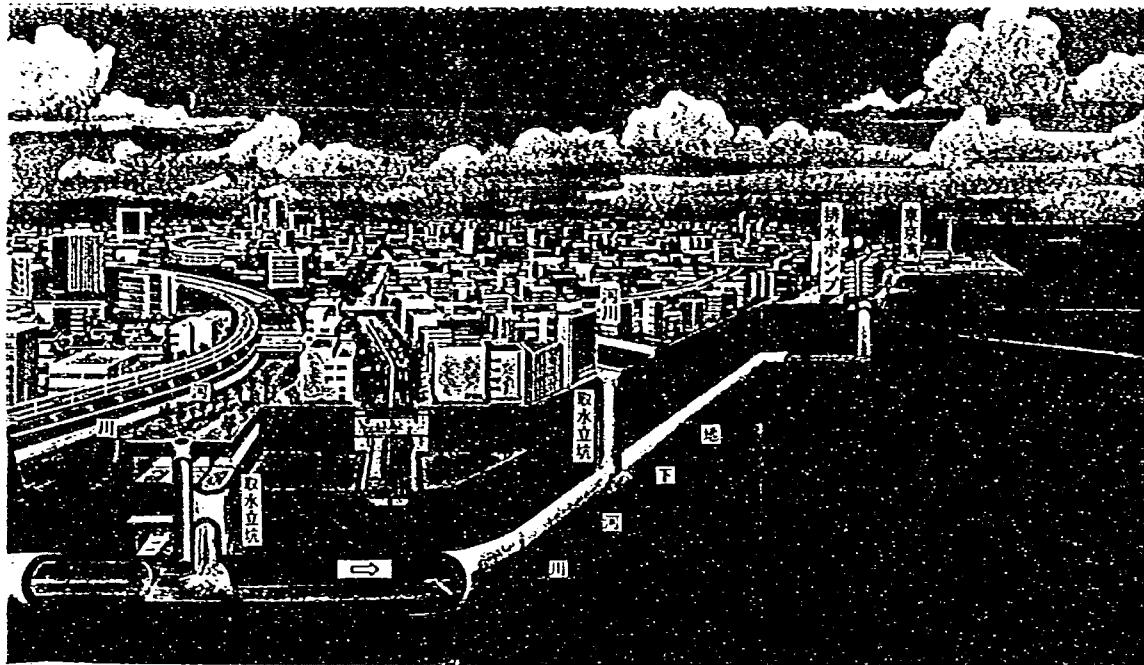
The proposed Inline Storage System for the Milwaukee Metropolitan Sewerage District

名 称	ロスアンゼルス大規模水道施設
事 業 者	南カリフォルニア郡水道局
所 在 地	ロスアンゼルス
建 設 年 月 日	
計画要因・目的	降雨の少ないロスアンゼルス市周辺の水源
利 用 目 的	上水道、工業用水及び農業用水
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	円形
寸法 (B×H×L)m	水路トンネル延長 $\ell = 390 \text{ km}$
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	事業費 20 億ドル
今 後 の 課 題	
出 典	地下空間利用に関する文献（第2集）昭和61年9月 国土政策機構

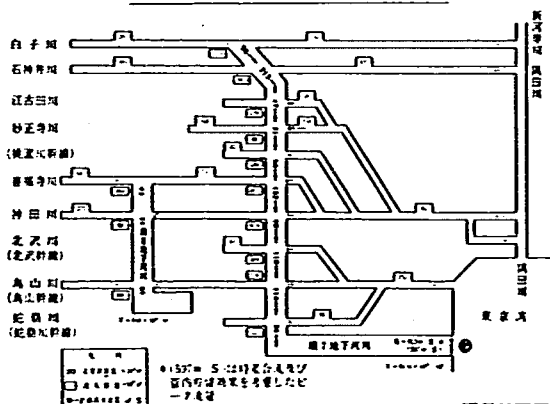
ロスアンゼルス大規模水道施設計画図



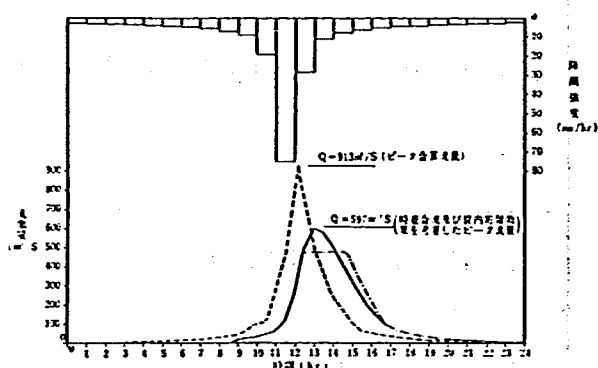
名 称	環状七号線、環状八号線地下河川
事 業 者	東 京 都
所 在 地	東京都下環状七号線、環状八号線の地下
建 設 年 月 日	計 画 中
計画要因・目的	降雨量 50mm/hr に対する計画の次段階として 75mm/hr に対処するため、白子川、石神井川、神田川、目黒川を主として治水をする地下河川。
利 用 目 的	地下河川
地 域 分 類	市街地
権 利 関 係	
断 面 形 状	円 形
寸法（ $B \times H \times L$ ）m	内径 $10 \sim 12.5\text{km}$ $L = 39\text{km}$ （環状七号線下 $L = 30\text{km}$ 環状八号線 $L = 9\text{km}$ ）
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	$20 \sim 45$
地 質	洪積層
施 工 法	未 定
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	東京都パンフレット



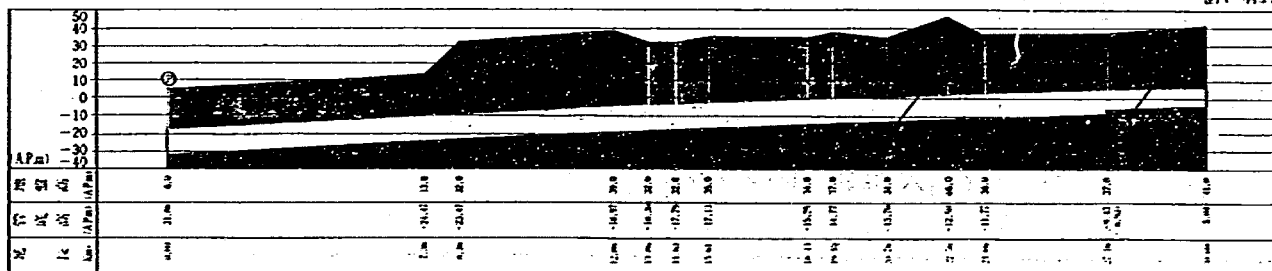
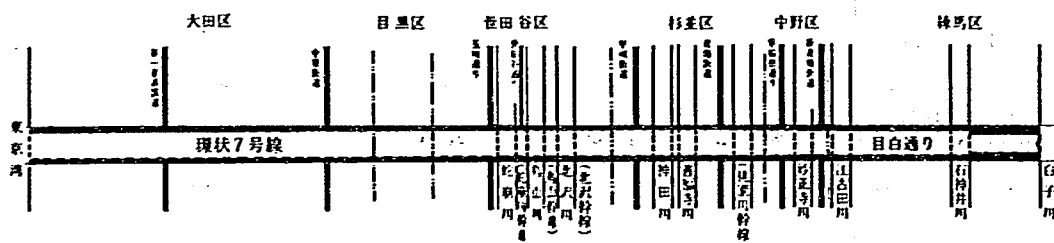
計画高水流量配分模式図(75ミリ計画)



地下河川の洪水横断ハイドログラフ



環7地下河川平面図・縦断面図

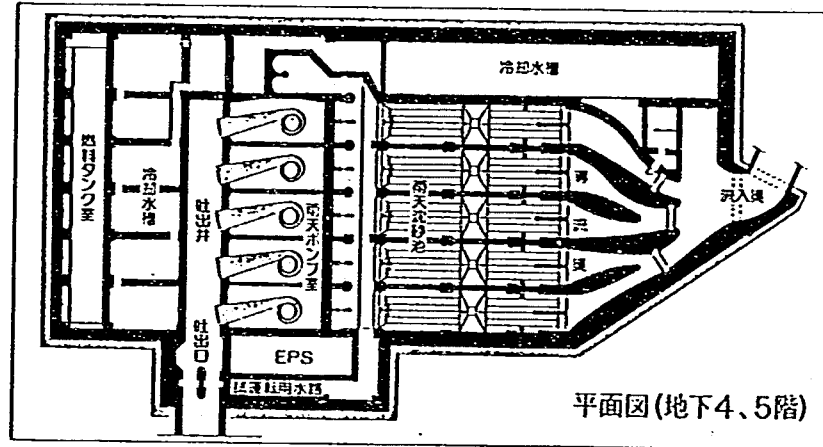
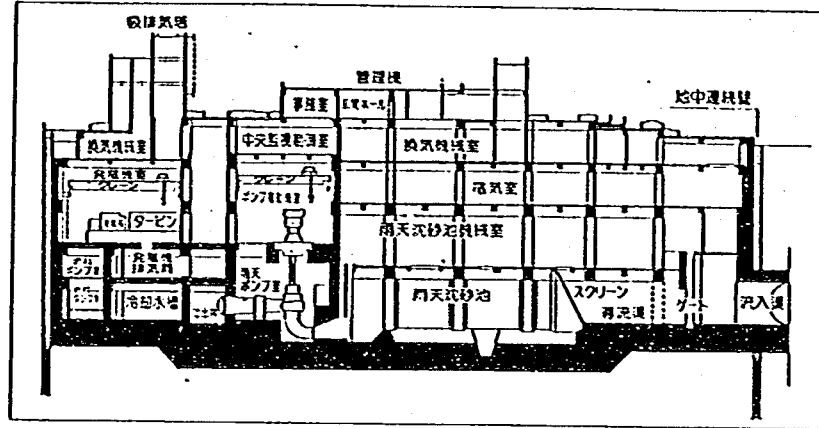


名 称	若宮大通調節池
事 業 者	愛知県、名古屋市
所 在 地	
建 設 年 月 日	昭和57年度～昭和61年度
計画要因・目的	調節池に雨水を一時貯留することにより、計画高水流量の低減を図り、河道の洪水処理能力を高める。
利 用 目 的	洪水調節池と調節池の上を公園化している。
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	幅員47～50m 深さ10m（土被り3m） 延長316mの矩形
寸法（B×H×L）m	（47～50）m×10m×316m
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	約3m
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	65億円
今 後 の 課 題	
出 典	若宮大通調節池パンフレット

名 称	平野川調節池（平野川水系街路下調節池）
事 業 者	大阪府 大阪市
所 在 地	大阪市東住吉区今川1丁目～平野区西脇3丁目
建 設 年 月 日	昭和57年12月～昭和61年5月末
計画要因・目的	平野川流域は、高度に市街化され、典型的な都市型水害の常習地帯となっているため、緊急的な対策として、雨水を一時的に貯留する洪水調整池の建設が計画された。総貯留量24万 m^3 のうち14万 m^3 を地下調節池で調節する。
利 用 目 的	洪水調節池
地 域 分 類	市街化地域
権 利 関 係	
断 面 形 状	内径10m 掘削外径11.22mの円形
寸法（B×H×L）m	R=10.0m R=11.22m L=1273m
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	23m～22m
地 質	洪積層 第2層 砂質土砂礫 粘性土の互層
施 工 法	泥水加圧式シールド工法
工 費 土木費 諸設備費	213億円
今 後 の 課 題	
出 典	平野川水系街路下調節池築造工事 工事記録 パンフレット

名 称	弁天抽水所
事 業 者	大阪市下水道局
所 在 地	東区城見
建 設 年 月 日	昭和60年完成
計画要因・目的	雨水ポンプ場
利 用 目 的	地上部は大阪城の景観と調和するように緑化し、市民に開放
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	
寸法(B×H×L)m	104.5m×50m 深さ33m
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	パンフレット

弁天抽水所断面図



平面図(地下4、5階)

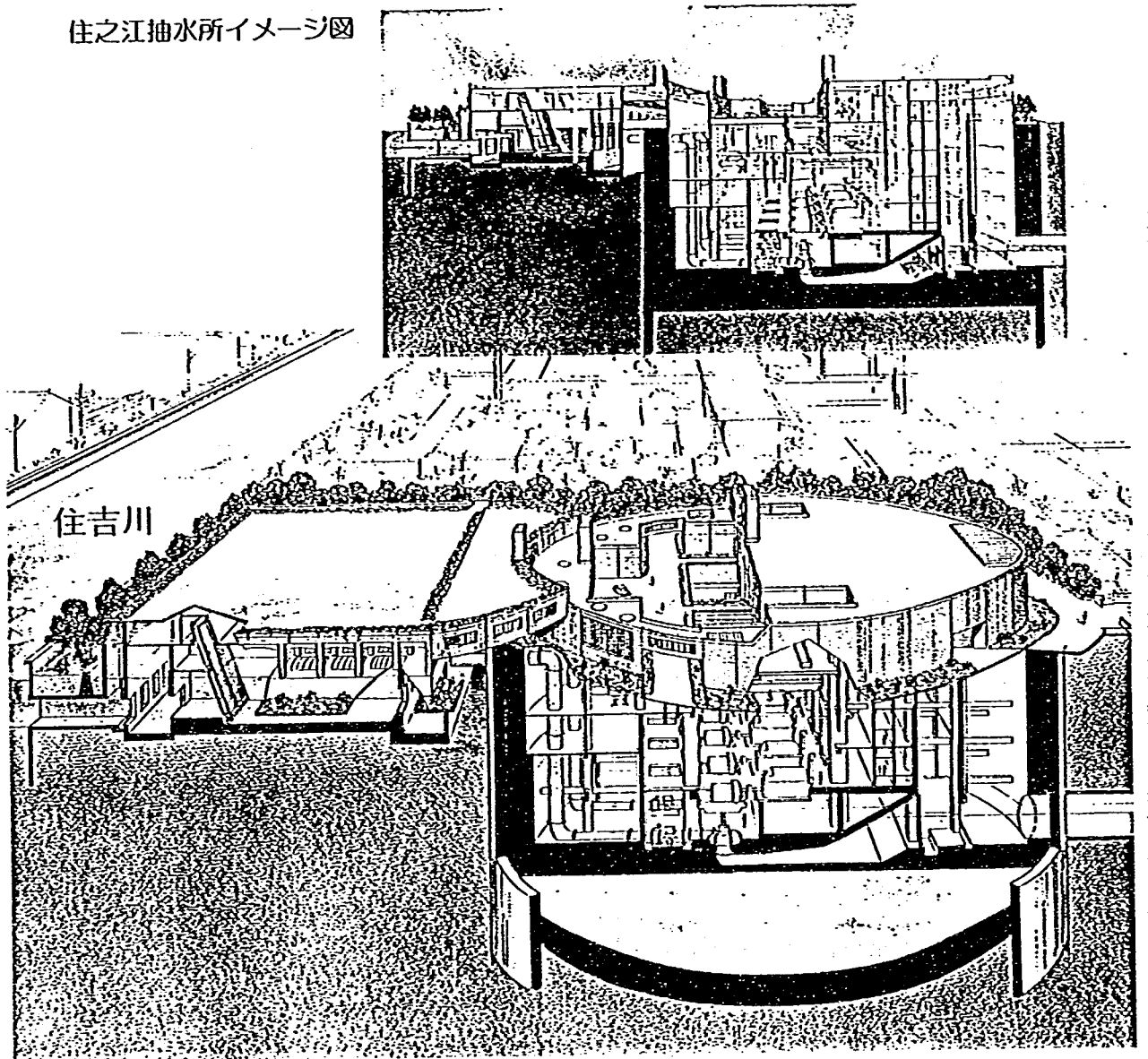
弁天抽水所施設概要

項 目	内 容	備 考
位 置	大阪市東区桜見1丁目	
敷 地 面 積	5,687.8㎡	
計 画 排 水 量	57.5㎡/秒	集水面積 1,213ha
計 画 汚 水 量	15,000㎡/日	
建 物	地下式鉄骨鉄筋コンクリート造り 地上1階、地下5階 深さ33m、縦(南北) 104.5m、横(東西) 50m	建築面積 4,703.58㎡ 延床面積 16,548.63㎡
流 入 渠	内径 6,000mm 円形	放 流 先 大川(旧淀川)
排 流 渠	内径 5,500mm 円形、長さ 510m	中浜下水処理場へ送水
送 水 管	内径 800mm 2連	

室	設 備	内 容						
雨水ポンプ室	雨水排水ポンプ	口 径 (mm)	形 式	電 動 機 (KW)	全 揚 程 (m)	排 水 能力 (㎡/分)	台 数	総排水量
		2,200	立 軸 渦 巻	3,750	23	750	3	3,450㎡/分
		2,000	立 軸 渦 巻	3,000	23	600	2	(57.5㎡/秒)
貯留水送水ポンプ室	貯留水送水ポンプ	700	立 軸 斜 流	480	35	60	2	120㎡/分
		350	軸 流 式 水 中 ポンプ	37	10	14	3	42㎡/分
汚水ポンプ室	汚水送水ポンプ	350	軸 流 式 水 中 ポンプ	37	10	14	3	42㎡/分
		350	軸 流 式 水 中 ポンプ	37	10	14	3	42㎡/分
発 電 機 室	発 電 機	容 量 (KVA)	原 動 機 形 式	回 転 数 (rpm)	電 圧 (V)	出 力 (KW)	台 数	総出力 (KW)
		12,500	フリータービン式ガスタービン	3,600	6,600	10,000	2	21,000
中央監視制御室	監視制御装置	1,250	フリータービン式ガスタービン	1,800	6,600	1,000	1	
雨水沈砂池	機械スクリーン10台、沈砂ガキ寄せ用スクリーコンベヤー20台、雨水流入ゲート3台							

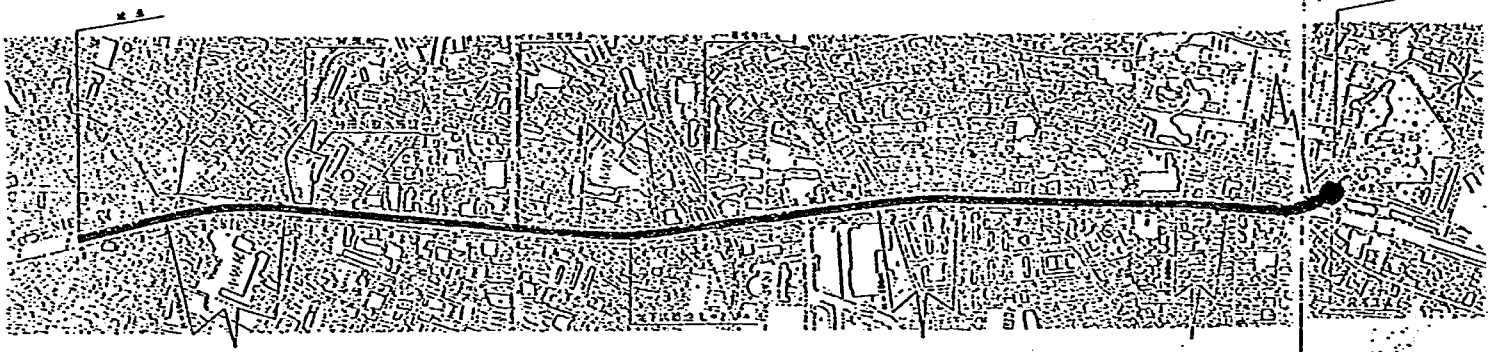
名 称	住之江抽水所
事 業 者	大阪市下水道局
所 在 地	大阪市住之江区
建 設 年 月 日	昭和70年完成予定
計画要因・目的	雨水ポンプ場
利 用 目 的	ポンプ場の地上部は公園化
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	内径 75 m 深さ 30 m
寸法 (B×H×L)m	
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	パンフレット

住之江抽水所イメージ図

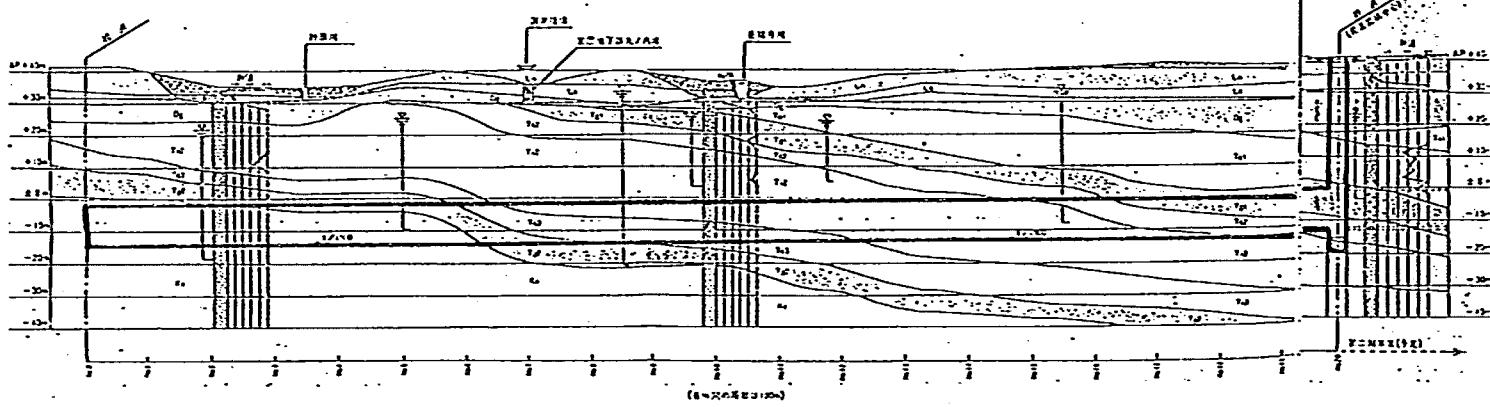


名 称	神田川調整池
事 業 者	東京都建設局河川部および、第三建設事務所
所 在 地	東京都 杉並区、中野区、世田谷区（環状七号線街路下）
建 設 年 月 日	昭和62年12月に都市計画として決定
計画要因・目的	神田川、善福寺川を対象として、50mm/hrの降雨に対して、水害を発生させないようにする。
利 用 目 的	神田川、善福寺川の調整池
地 域 分 類	市街地
権 利 関 係	
断 面 形 状	円 形
寸法（B×H×L）m	外径13.7m、内径12.5m、L=2km（第一期工事分）
掘 削 空 m³	
土 被 り m	34～43m
地 質	洪積層（砂、砂礫、シルト）
施 工 法	泥水シールド工法
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	今後、環状七号線地下河川計画の一部となる。
出 典	東京都パンフレット

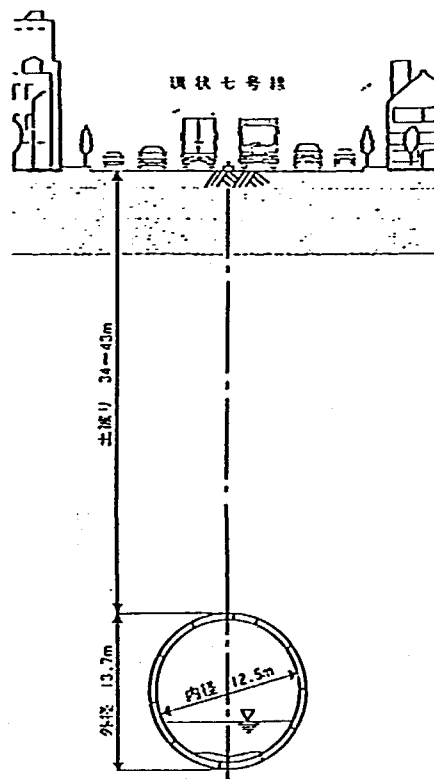
神田川親野池（第一期事業）平面図 S=1/500



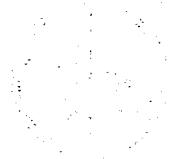
神田川親野池（第一期事業）縦断面図 S=1/500



標準断面図 S=1/500

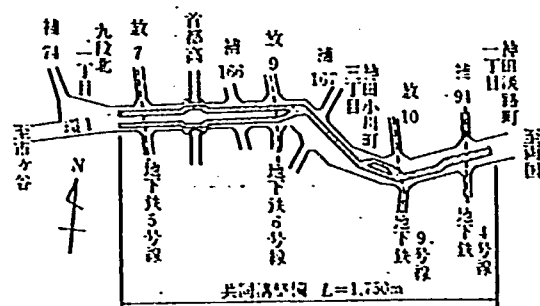


1914

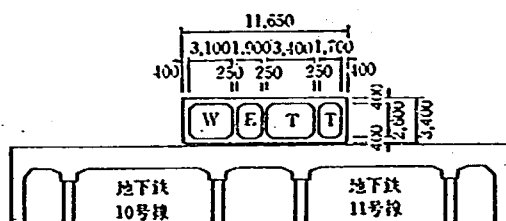


供給処理・通信施設

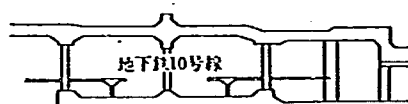
名 称	靖国共同溝
事 業 者	東京都水道局、NTT.、東京電力㈱
所 在 地	東京都千代田区九段北1丁目～神田淡路町1丁目
建 設 年 月 日	昭和47～60年
計画要因・目的	都営地下鉄10号線、営団地下鉄11号線と同時施工の水道、電気、電話の共同溝
利 用 目 的	共 同 溝
地 域 分 類	市 街 地
権 利 関 係	
断 面 形 状	矩 形
寸法(B×H×L)m	標準 11.65×3.4×1750
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	数m～30m程度
地 質	
施 工 法	開削工法
工 費 土木費 諸設備費	約98億円
今 後 の 課 題	
出 典	月刊 道路 1985年3月号



靖国共同溝 (放針 15 号線) 略図



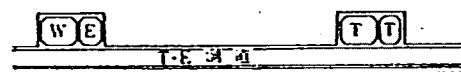
標準横断面図



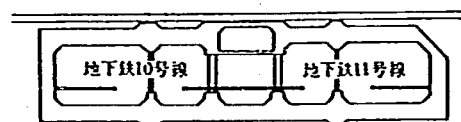
地下鉄6号線



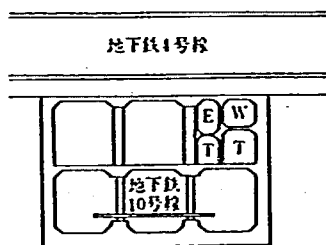
地下鉄6号線交差部



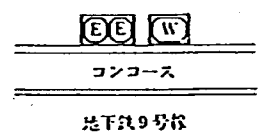
地下鉄5号線



地下鉄6号線交差部



地下鉄4号線交差部



地下鉄9号線



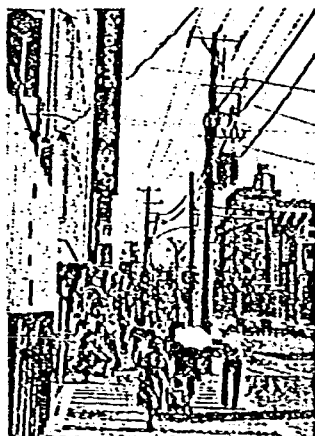
地下鉄9号線交差部



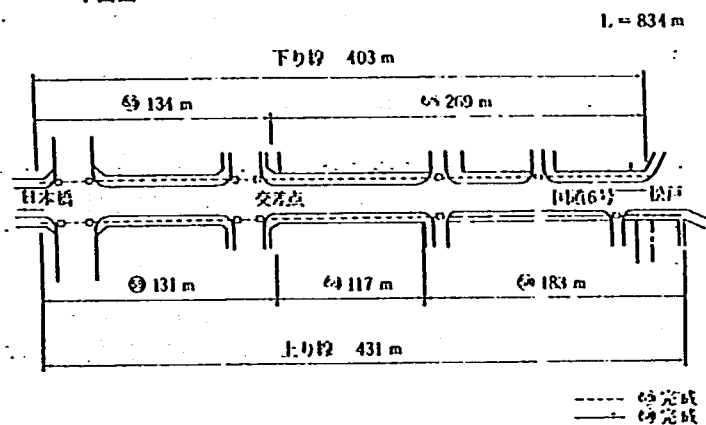
地下鉄9号線交差部付近俯瞰図

名 称	新庄大和川線共同溝（5 4 工区）
事 業 者	企業者 大阪 受注者 銭高組
所 在 地	大 阪
建 設 年 月 日	昭和5 4 年1 2 月着工 昭和5 5 年3 月完工
計画要因・目的	路面の掘削を伴う地下の占用制限と相まって、道路構造の保全と円滑な道路交通を確保することを目的としている。
利 用 目 的	
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	矩 形
寸法（B×H×L）m	延長 1 0 6 m 断面積 7.3×2.9～6.6×3.0
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	粘性土及びシルト
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	6,300万円
今 後 の 課 題	
出 典	社団法人 日本トンネル技術協会 トンネル年報

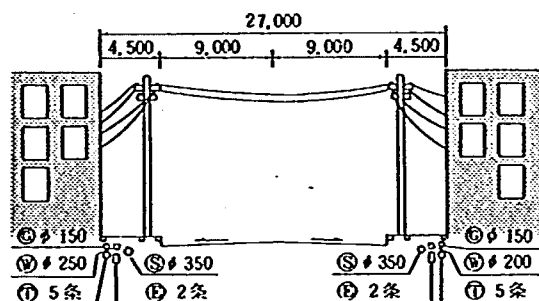
名 称	キャブシステム（一般国道6号 東京都中央区日本橋馬喰町）
事 業 者	建設省関東地方建設局東京国道工事事務所
所 在 地	東京都中央区日本橋馬喰町
建 設 年 月 日	昭和58年1月～昭和60年3月
計画要因・目的	当該地区は、通信情報網および電力需要もかなり多く、道路占用によるケーブルの設置状況が複雑にからみあい、道路空間としては、快適な使用形態となっていなかった。
利 用 目 的	電力ケーブル高圧4条 同低圧4条 地元有線 1条 音放2条他 計15条
地 域 分 類	市街化区域（業務地区）
権 利 関 係	占用
断 面 形 状	標準部 U型 他に特殊断面もあり
寸法（B×H×L）m	1.00×0.70×834
掘 削 空 m³	600
土 被 り m	0
地 質	関東ローム
施 工 法	オープンカット
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	技術マニュアル（案）解説 キャブシステム開発問題研究所



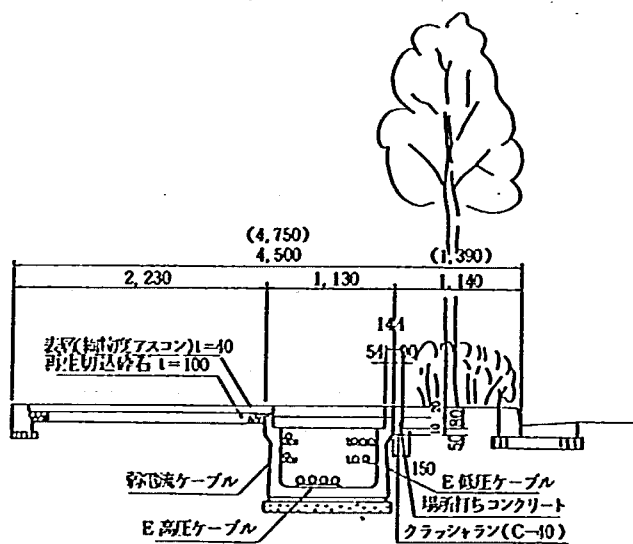
施工前写真



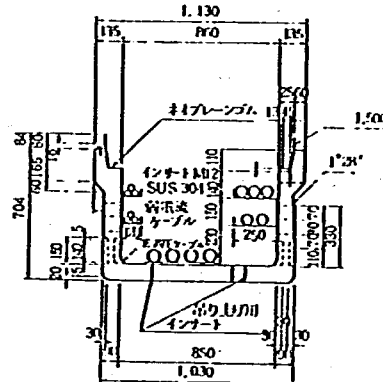
施工前断面图



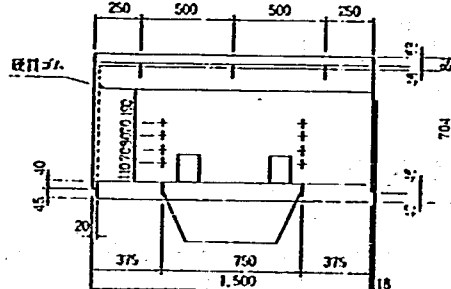
標準横断面



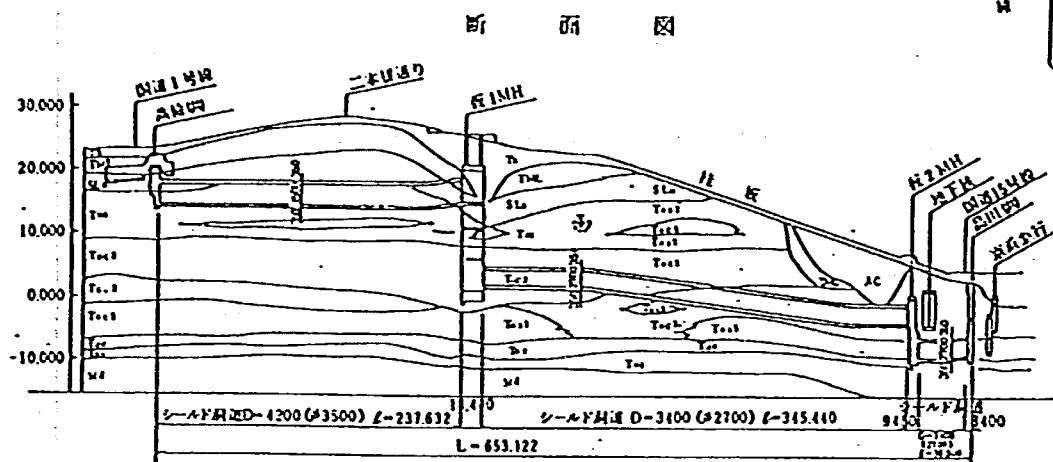
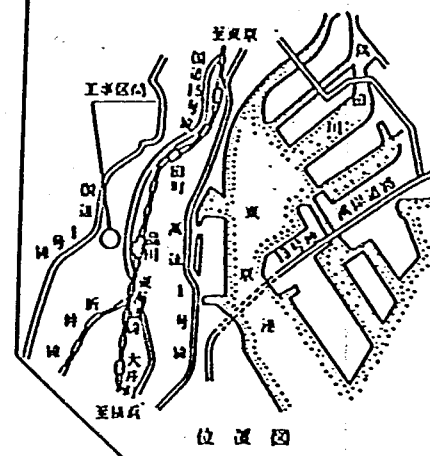
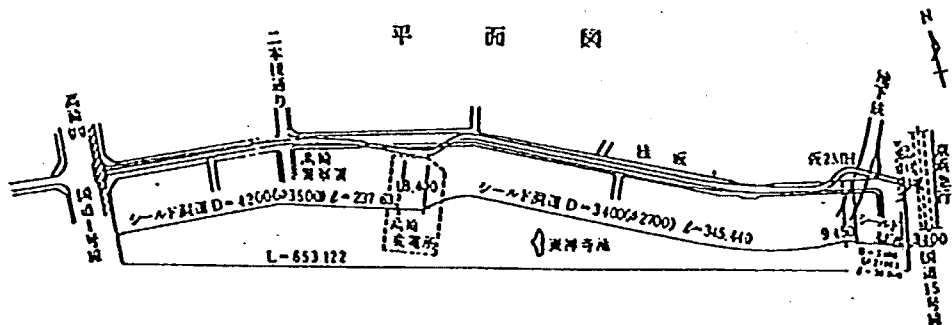
キャブの断面図



キャブの側面図



名 称	高輪変電所関連管路
事 業 者	東京電力株式会社 地中線建設所
所 在 地	東京都港区高輪3丁目
建 設 年 月 日	昭和59年7月～62年11月
計画要因・目的	高輪変電所に超高圧地中電力ケーブルを導入するための地中管路。
利 用 目 的	超高圧地中電力ケーブル
地 域 分 類	市 街 地
権 利 関 係	
断 面 形 状	円 形
寸法(B×H×L)m	外径3400、内径2700、L=384m 及び 外径4200、内径3500、L=238m
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	max 19.5
地 質	洪積世の砂混りシルト
施 工 法	泥漿及び、半機械式シールド工法
工 費 土木費 諸設備費	工事請負金額 2,639,000千円
今 後 の 課 題	
出 典	間組技術年報(1986) 建設省



地質時代	地層名	記号	構成土質
第四紀	沖積土層	Ta	粘性土
	沖積砂性土層	Ac	砂質土
	沖積ローム層	TML	ローム
	沖積粘土層	SLa	粘性土
	上層砂性土層	(Toc, Tor, Tocrs)	シルト, 粘土, 砂質シルト, 砂質ウシルト
	砂質土層	Tos	細砂, シルト砂, シルト質砂
	砂質土層	(Tocrs)	シルト質砂, シルト質ウシルト
第三紀	上層砂性土層	Ma	砂質土

図1 高崎管内側シールド断面

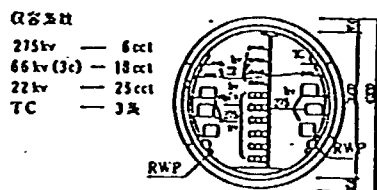
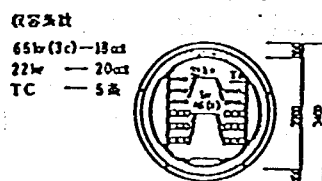


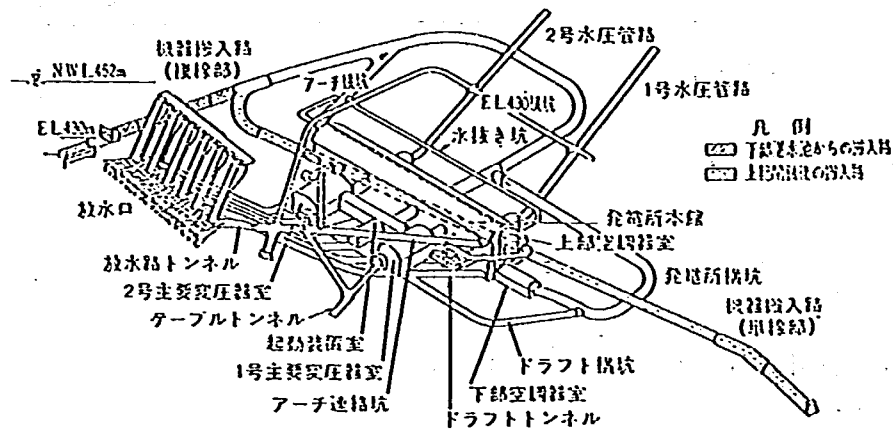
図15 高崎管内側シールド断面



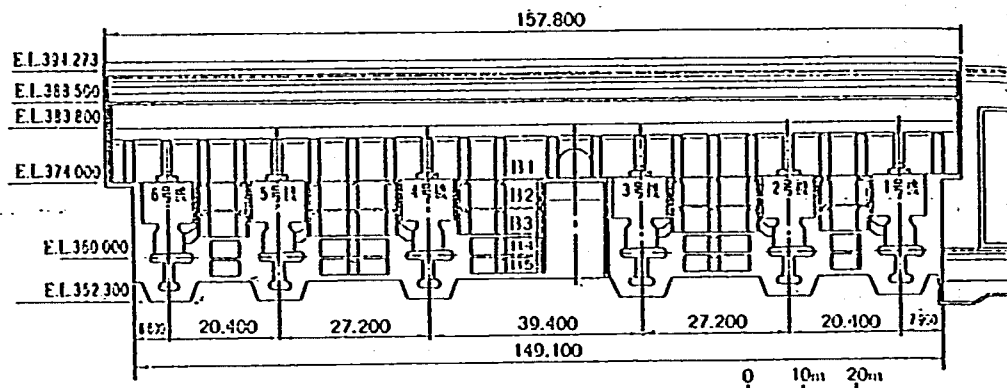
施工位置および路線平面、断面図

生産・貯蔵施設

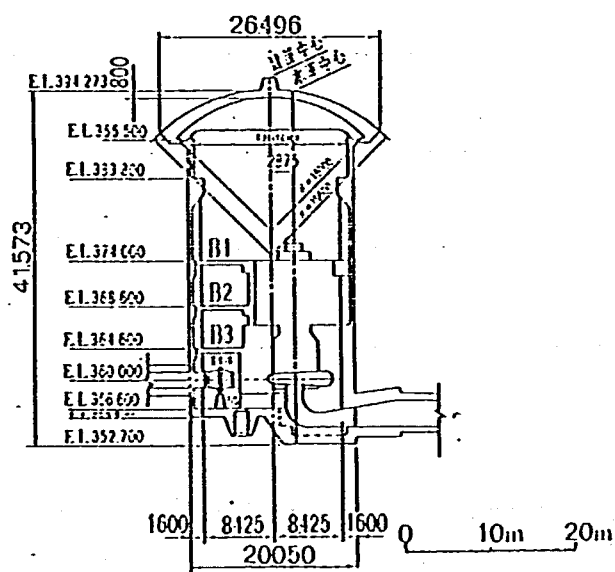
名 称	奥吉野発電所
事 業 者	関西電力㈱
所 在 地	奈 良 県
建 設 年 月 日	昭和50年1月～53年6月
計画要因・目的	純揚水式地下発電所
利 用 目 的	
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	食パン型
寸法(B×H×L)m	20.05×41.57×157.80
掘 削 空 m ³	128,200
土 被 り m	180
地 質	頁岩、砂岩
施 工 法	ロックボルト
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	電力施設地下構造物の設計と施工（電力土木技術協会編）



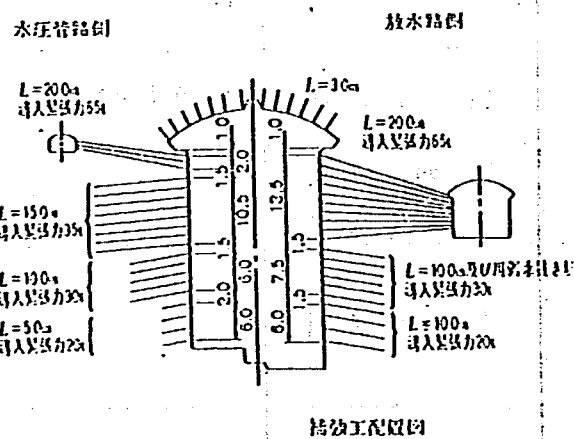
立体図



断面図

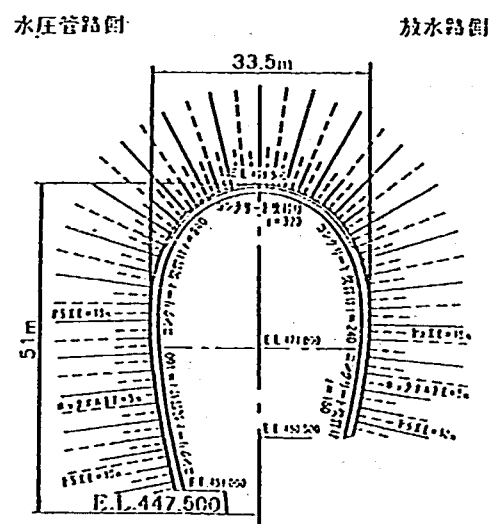
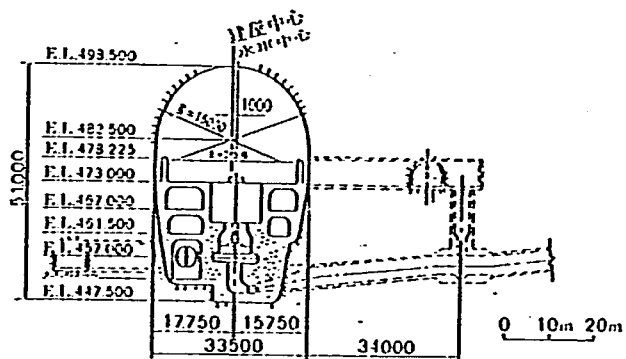
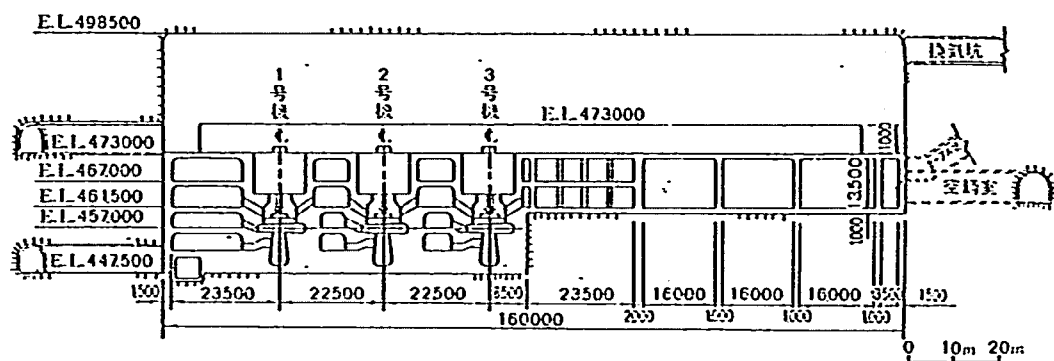
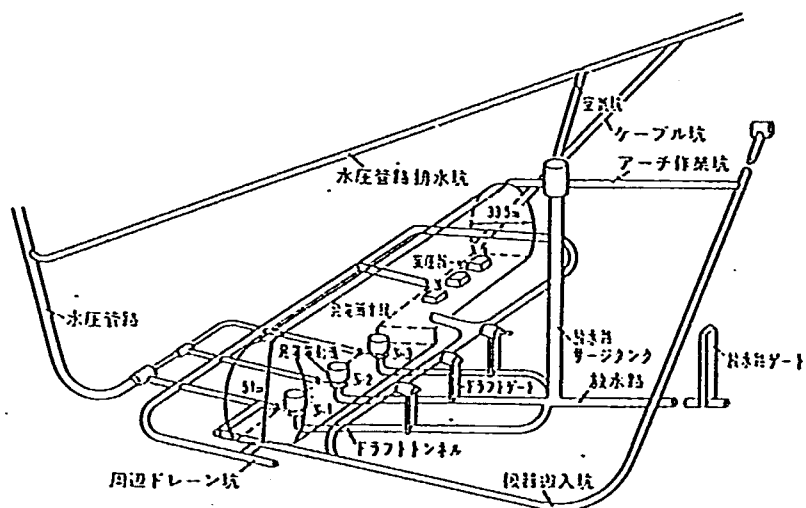


断面図



名 称	天山発電所
事 業 者	九州電力㈱
所 在 地	佐賀県
建 設 年 月 日	昭和54年12月～61年12月
計画要因・目的	純揚水式地下発電所
利 用 目 的	
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	食パン型
寸法(B×H×L)m	24.0×48.0×89.0
掘 削 空 m ³	95,200
土 被 り m	500
地 質	花崗閃緑岩
施 工 法	ロックボルト、PSアンカー
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	電力施設地下構造物の設計と施工〔電力土木技術協会編〕

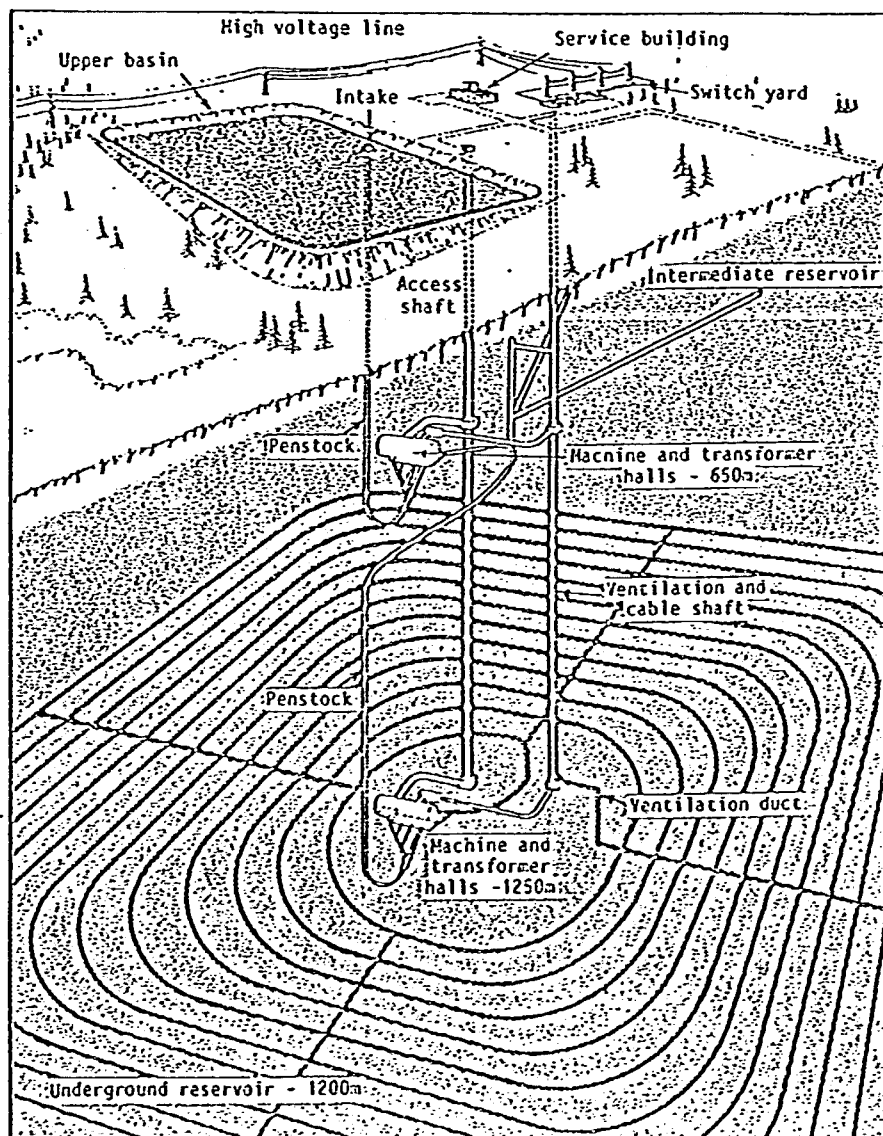
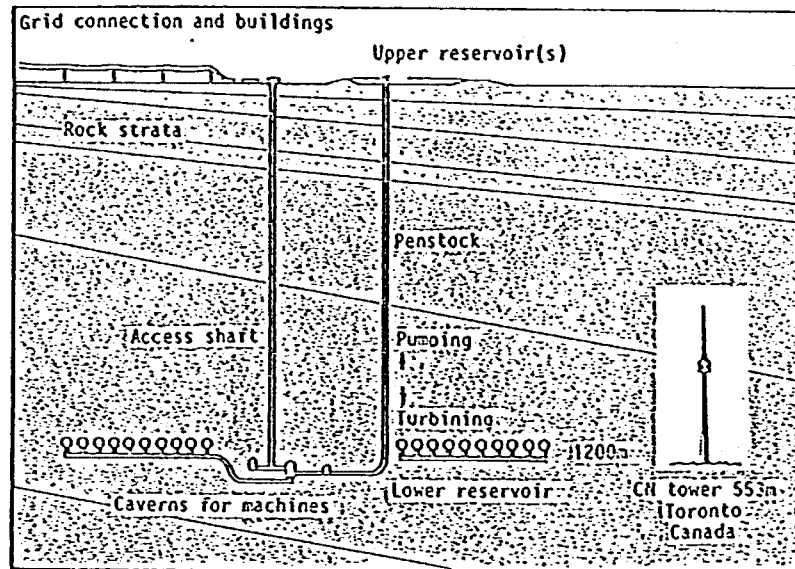
名 称	今市発電所
事 業 者	東京電力㈱
所 在 地	栃木県
建 設 年 月 日	昭和54年10月～63年7月
計画要因・目的	純揚水式地下発電所
利 用 目 的	
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	馬蹄形
寸法(B×H×L)m	33.5×51×160
掘 削 空 m ³	197,400
土 被 り m	400
地 質	角礫岩、珪質砂岩
施 工 法	ロックボルト
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	電力施設地下構造物の設計と施工（電力土木技術協会編）



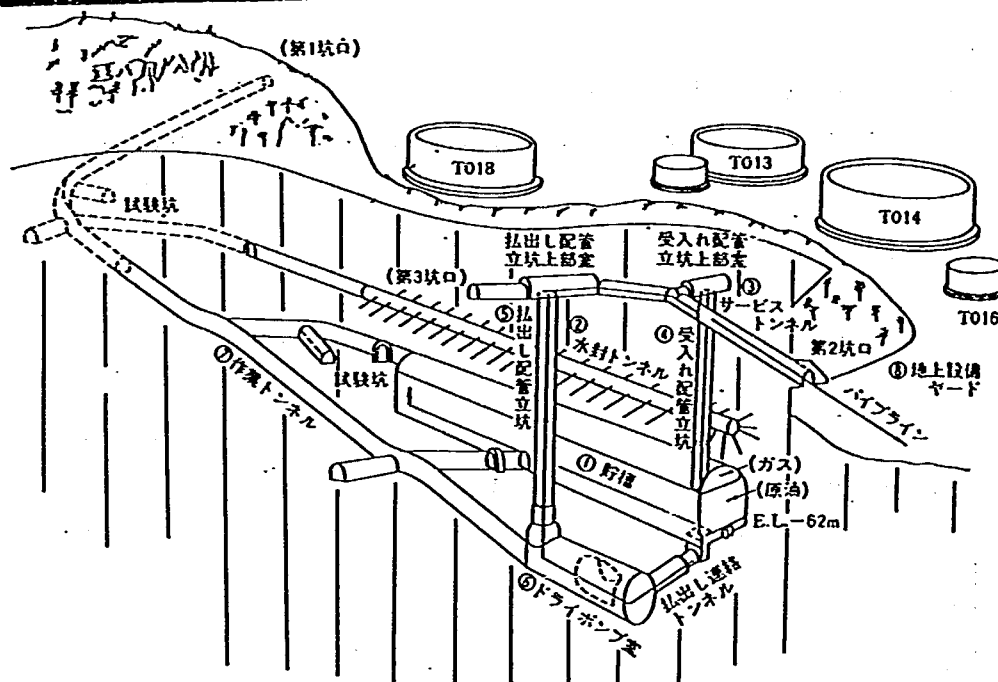
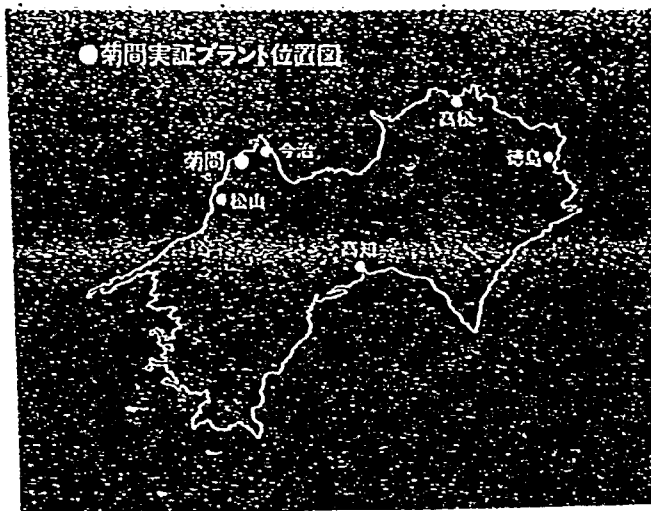
挂线工配线图

名 称	高輪地下変電所
事 業 者	東京電力株式会社送電建設所
所 在 地	東京都港区高輪3丁目
建 設 年 月 日	昭和58年～
計画要因・目的	土地確保の難しい首都圏過密地域へ電力安定供給のため27万5000ボルトの高圧送電線導入に伴う、超高圧地下変電所である。
利 用 目 的	超高圧地下変電所
地 域 分 類	市 街 地
権 利 関 係	
断 面 形 状	平面形状矩形
寸法（B×H×L）m	40×36.4×76.8
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	0
地 質	沖積粘性土及び洪積世の砂混りシルト
施 工 法	R C地中連続壁
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	月刊 基礎工 1986年8月号

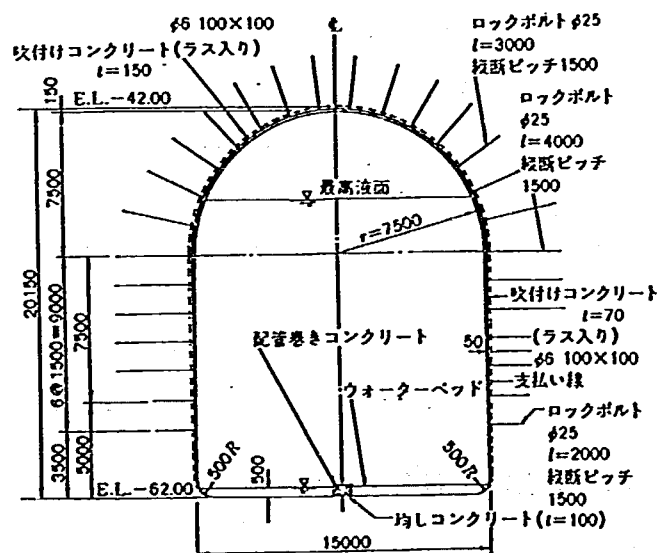
名 称	UPHS
事 業 者	電力会社
所 在 地	オランダ
建 設 年 月 日	未定 (計画中)
計画要因・目的	揚水式発電所の地下貯蔵施設及び地下発電所 平坦な国土で動力源の水を地下に貯蔵し、揚水式発電に利用する。 貯蔵施設はラセン状に掘ったトンネルである。
利 用 目 的	揚水式発電所及び地下貯蔵施設
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	右 図 参 照
寸法 (B×H×L)m	φ 8 m × 140 ~ 150 km
掘 削 空 m ³	7,000,000
土 被 り m	1200
地 質	石灰岩
施 工 法	NATM (発破またはTBM)
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	Tunnels & Tunnelling November, 1985



名 称	菊間石油備蓄実証プラント
事 業 者	石油公団
所 在 地	愛媛県越智郡菊間町種 太陽石油(株)菊間製油所敷地内
建 設 年 月 日	昭和55年3月～昭和57年3月
計画要因・目的	国土の有効利用を踏まえて、石油備蓄の一方式である地下岩盤内備蓄を実証するプラントである。
利 用 目 的	横穴水封式石油貯蔵（固定水床式） 貯蔵容量 25,000kl
地 域 分 類	地方部（海岸隣接地域）
権 利 関 係	区分地上権
断 面 形 状	食パン形
寸法（B×H×L）m	15×20×112
掘 削 空 m³	31,000
土 被 り m	約70
地 質	領家花崗岩類
施 工 法	NATM（ベンチカット工法）
工 費 土木費 諸設備費	35億円
今 後 の 課 題	岩盤タンクの空調安定性と水封機能性に関すること。
出 典	石油公団パンフレット

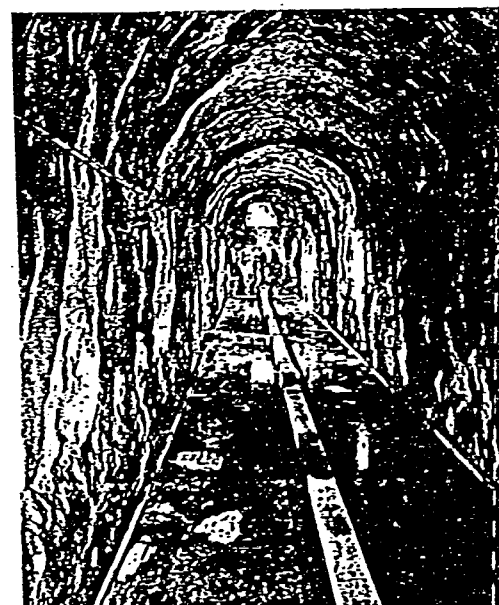


菊岡実証プラント断面図⁽¹⁾



このタイプは岩盤等級B~C_u上位岩盤に適用する。

貯油用断面図 (既設部)



掘削完了した貯油洞

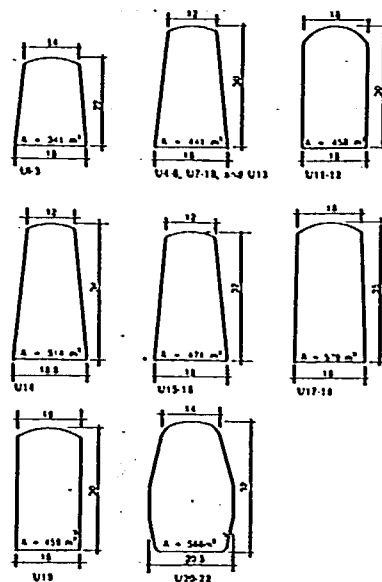
名 称	ボルボ製油所
事 業 者	ネステ社 (フィンランド国営石油会社)
所 在 地	フィンランド ボルボ
建 設 年 月 日	1966年 (U-1タンク) ~ 1982年 (U-22タンク)
計画要因・目的	原油及びLPG備蓄タンク 総貯蔵量 (U-1~U-22) 520万kl
利 用 目 的	原油及びLPG備蓄地下タンク
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	右 図 参 照
寸法 (B×H×L)m	右 図 参 照 L=190~605m
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	0~25
地 質	片麻岩
施 工 法	
工 費・土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	岩盤タンクの安全確保に関する調査報告書土木学会



ポルボ製油所位置図

ポルボ製油所の岩盤タンクの一覧

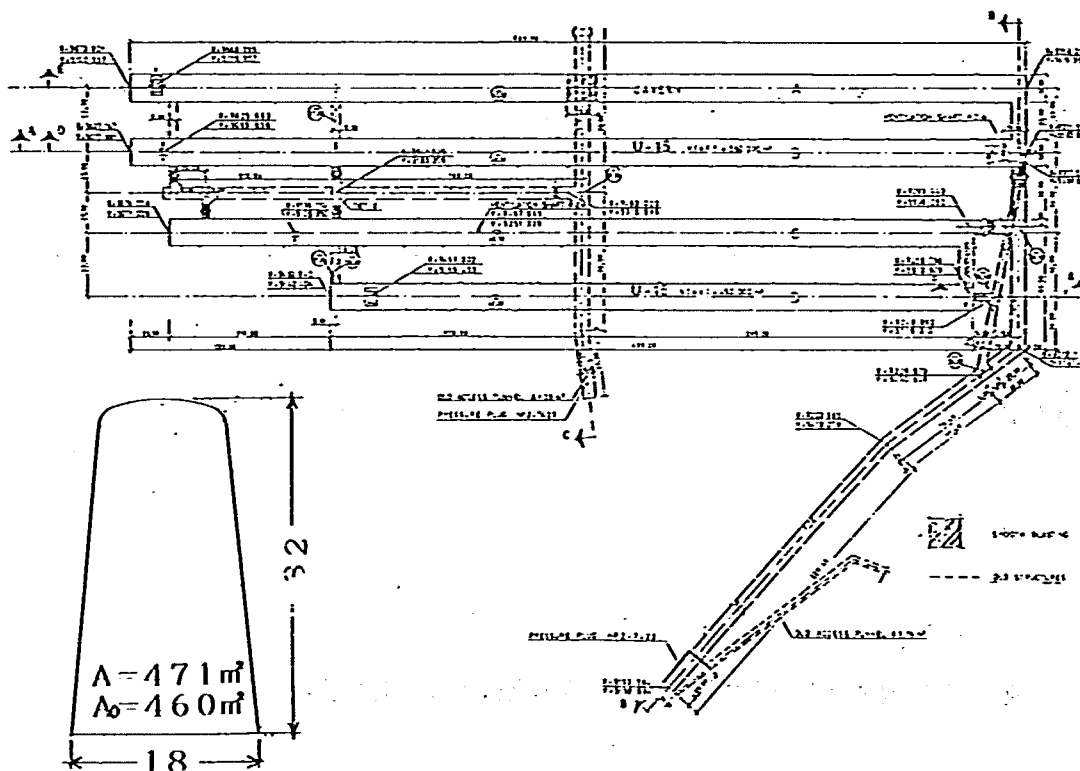
油種	基数	貯蔵容量 (kl)
原油	14	3,343,500
重油	3	626,000
軽油	4	1,148,300
ブタン	1	116,300
合計	22	5,234,100



岩盤タンクの断面一覧

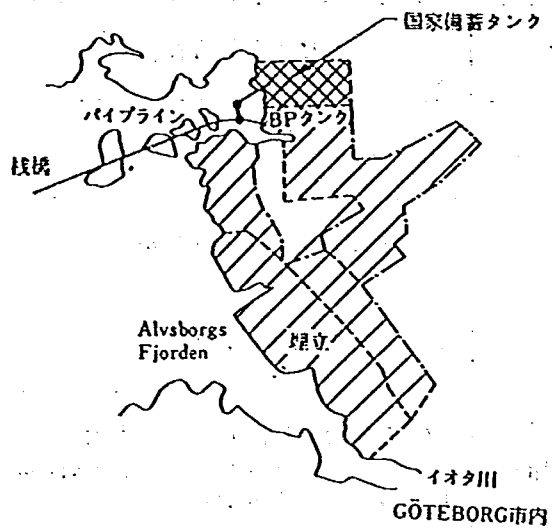
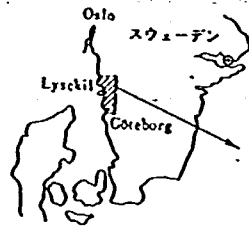
代表例として原油貯蔵岩盤タンクU-15及びU-16の概要と、図2.2-3にその平面図、断面図を示す。

- ・貯蔵油種 原油
- ・貯蔵圧力 $-0.5 \sim -1.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$
- ・岩質 片麻岩
- ・貯蔵容量 579,000 kl (U-15)
462,000 kl (U-16)
- ・抽出ポンプ $4 \times 500 \text{ m}^3/\text{h}$
- ・貯槽延長 $2 \times 605 \text{ m}$ (U-15)
 $435 \text{ m} \div 545 \text{ m}$ (U-16)
- ・貯槽頂部深さ E.L. - 10 m
- ・貯槽高さ 32 m
- ・貯槽幅 18 m

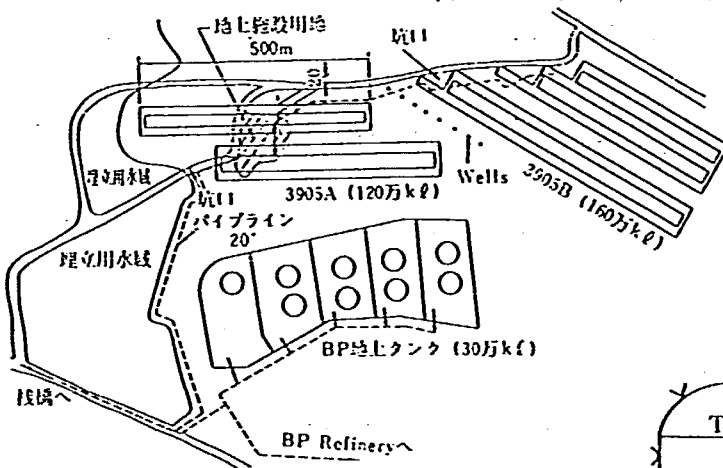


U-15, U-16 平面図, 断面図

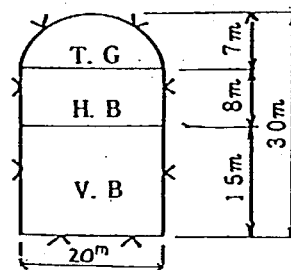
名 称	ヨテボリ原油貯蔵所
事 業 者	National Board of Economic Defence
所 在 地	スウェーデン Goteborg
建 設 年 月 日	1975～1981年
計画要因・目的	原油の国家備蓄用地下タンク 容量 120万klの3905Aと、160万klの3905Bの2つの岩盤タンク群より成る。
利 用 目 的	原油備蓄用地下タンク
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	馬 蹄 形
寸法 (B×H×L)m	20×30、L=500×4列 (3905A)、L=(350～650)×5列 (3905B)
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	3905A→17.5、 3905B→20
地 質	片麻岩
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	岩盤タンクの安全確保に関する調査報告書 土木学会



ヨテボリ原油貯蔵所位置図

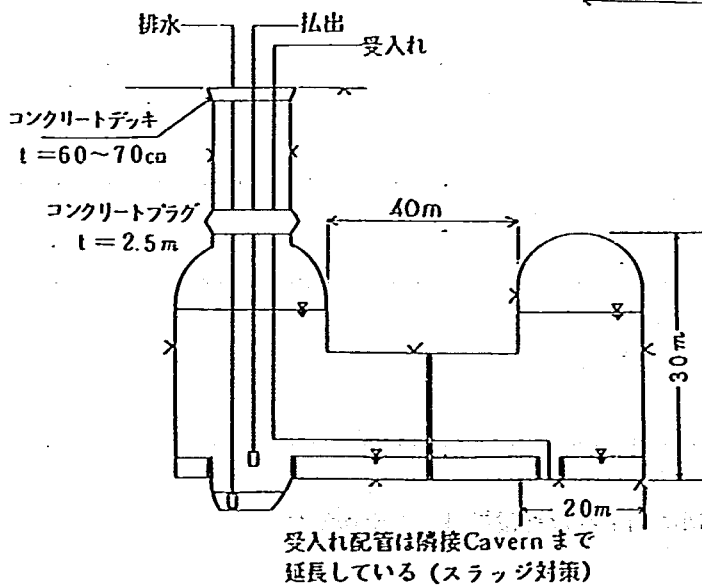


ヨテボリ原油貯蔵所平面図



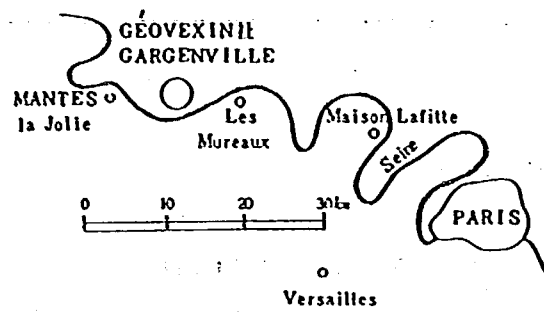
Top Gallery	- 7 m
Horizontal Bench	- 8 m
Vertical Bench	- 15 m
計	30 m

埋立原油断面図

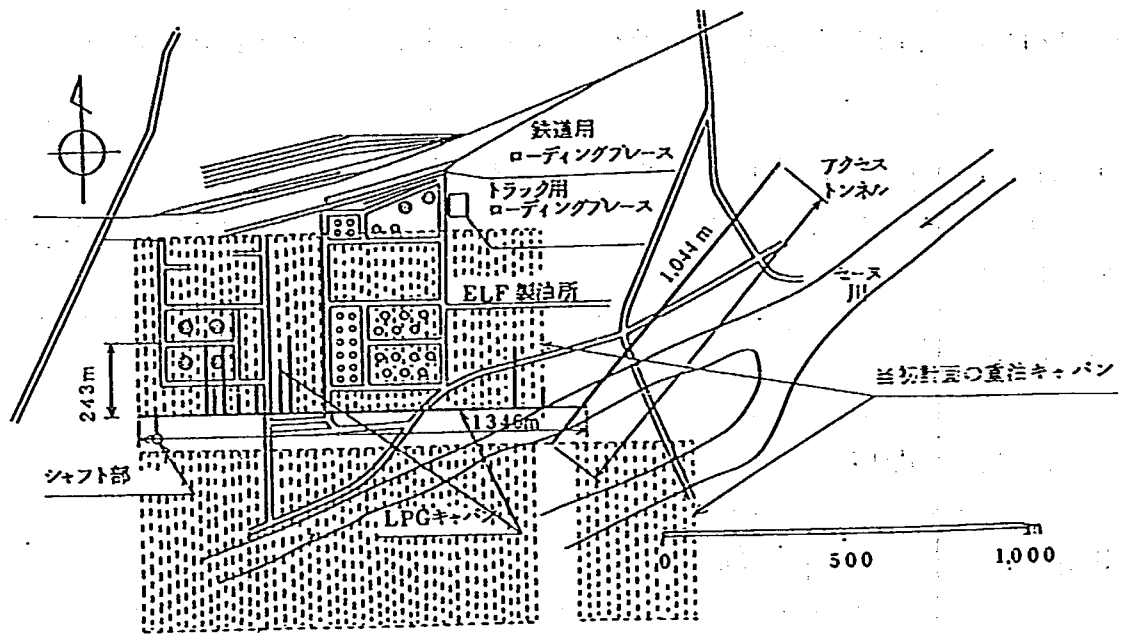


ヨテボリ原油貯蔵所構造断面図

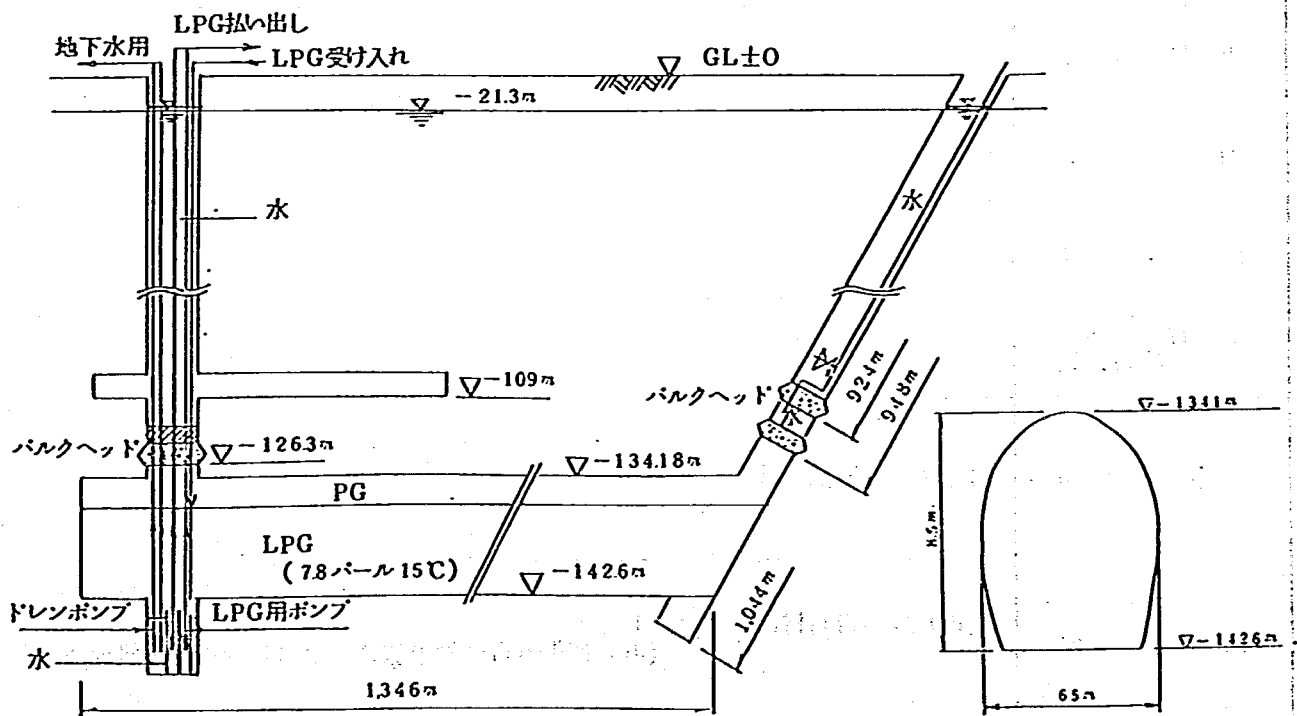
名 称	ガルジャンビルLPG貯蔵所
事 業 者	ジオベクサン社
所 在 地	フランス ガルジャンビル
建 設 年 月 日	1974年～1977年
計画要因・目的	1972年の当初計画では、火力発電燃料の原油備蓄タンクとして計画されたが、1974年のオイルショック後、政府方針が原子力発電を推進するという方向に変わったため、LPGタンクに変更された。
利 用 目 的	LPG地下備蓄タンク 総貯蔵量、126,300kl
地 域 分 類	
権 利 関 係	
断 面 形 状	馬蹄形 (断面積49㎡)
寸法 (B×H×L)m	6.5×8.5×1346
掘 削 空 ㎡	
土 被 り m	102
地 質	チョーク層
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	
出 典	岩盤タンクの安全確保に関する調査報告書 土木学会



ジオベクサン社ガルジャンビル貯蔵所位置図

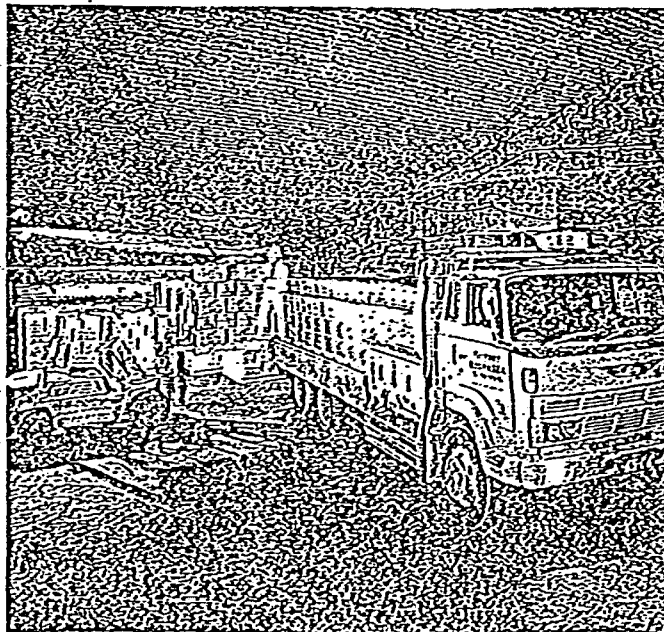
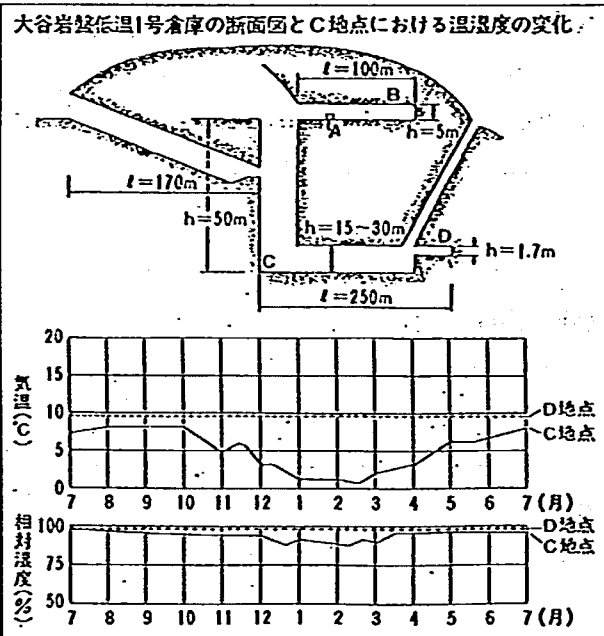
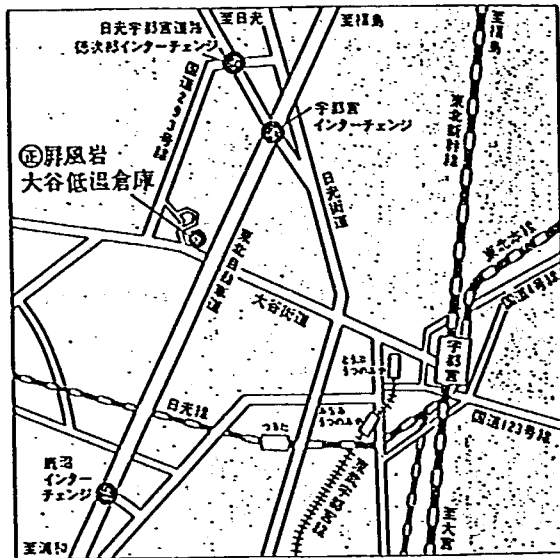


ガルジャンビル貯蔵所平面図



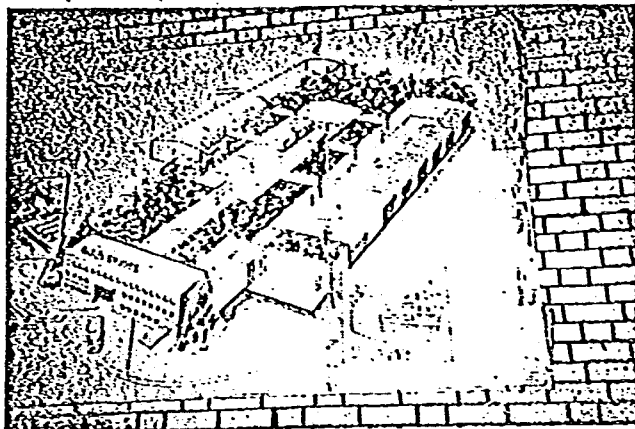
ガルジャンビル貯蔵所断面図

名 称	岩盤低温倉庫
事 業 者	日本園芸農業協同組合連合会
所 在 地	栃木県宇都宮市大谷町（大谷石採掘跡地利用）
建 設 年 月 日	
計画要因・目的	地下特有の恒温、恒湿等を生かして、省エネルギーの地下倉庫である。
利 用 目 的	食料倉庫（昭和60年度実用化実験が実施される）
地 域 分 類	地方部
権 利 関 係	
断 面 形 状	残柱方式
寸法（B×H×L）m	広さ 1号貯蔵庫 1200 m² × 6 m 高さ 2号貯蔵庫 1500 m² × 10 m
掘 削 空 m ³	7,200 15,000
土 被 り m	
地 質	凝灰岩
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	岩盤空洞の断熱方法
出 典	（正）屏風岩石材部 パンフレット （財）都市みらい推進機構 （財）政策科学研究所

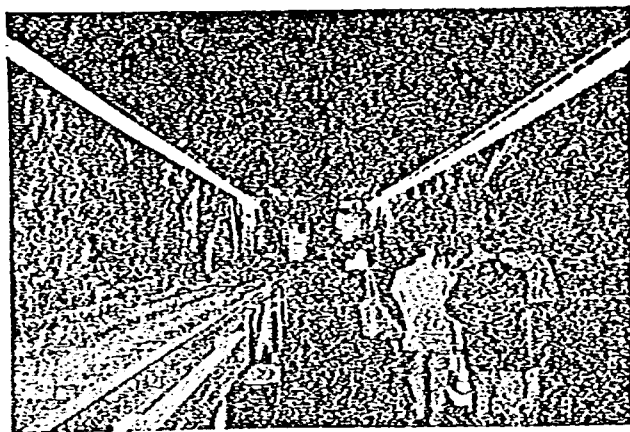


大谷岩盤低溫1号倉庫からの出庫風景

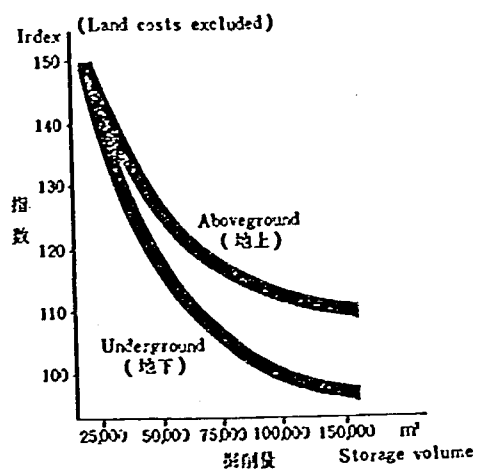
名 称	コールドストアー
事 業 者	Cold stores AB
所 在 地	Formans Vagen 18. 117. 43 Stockholm
建 設 年 月 日	1969年 (工期1年)
計画要因・目的	建設費、ランニングコストが安く、地上に適当な場所 (地価が高い) がないことから地下を利用している。
利 用 目 的	食料倉庫
地 域 分 類	市街化地域
権 利 関 係	
断 面 形 状	馬てい形 (矩形に近い)
寸法 (B×H×L)m	
掘 削 空 m ³	36,000
土 被 り m	
地 質	花崗岩
施 工 法	
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	建て替えと拡張ができないこと。
出 典	地下・空間利用 / 1987 国土政策機構



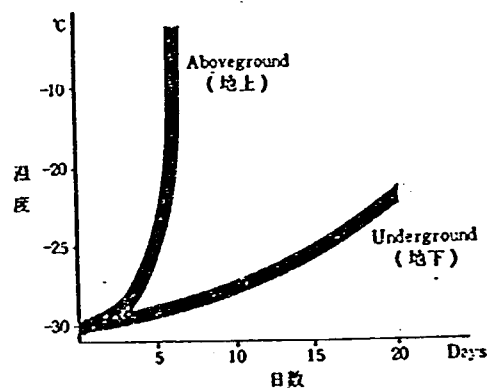
全体概要



通路トンネル



建設コストと掘削量との関係



操業を停止した場合の温度上昇程度の比較

1. The first part of the paper discusses the importance of the study of the history of the United States. It is argued that a knowledge of the past is essential for a full understanding of the present and for the development of a sound policy for the future.

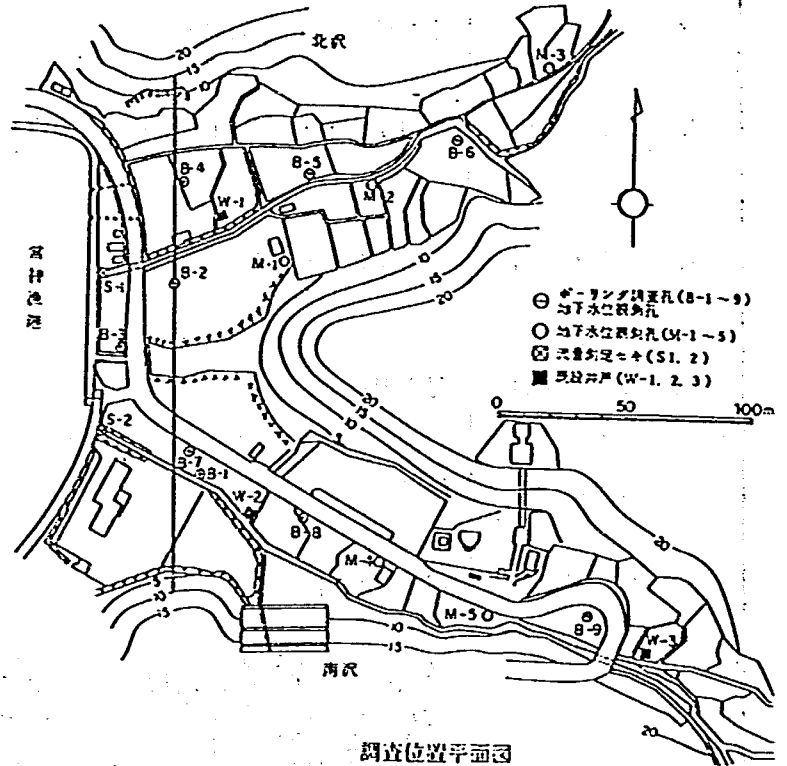
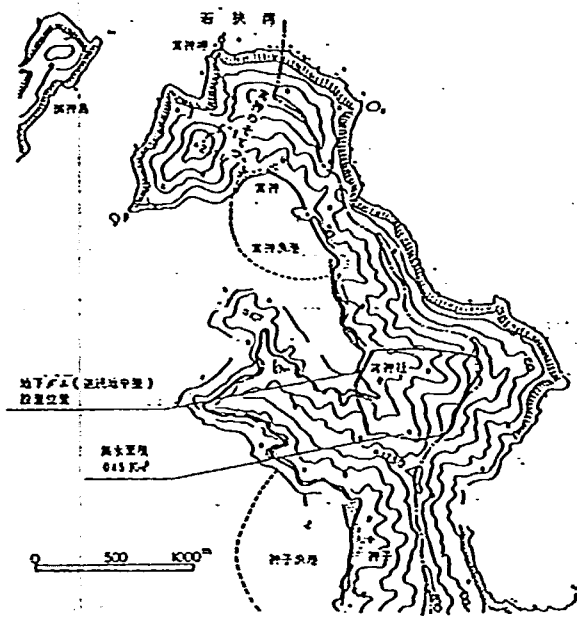
2. The second part of the paper discusses the importance of the study of the history of the United States. It is argued that a knowledge of the past is essential for a full understanding of the present and for the development of a sound policy for the future.

3. The third part of the paper discusses the importance of the study of the history of the United States. It is argued that a knowledge of the past is essential for a full understanding of the present and for the development of a sound policy for the future.

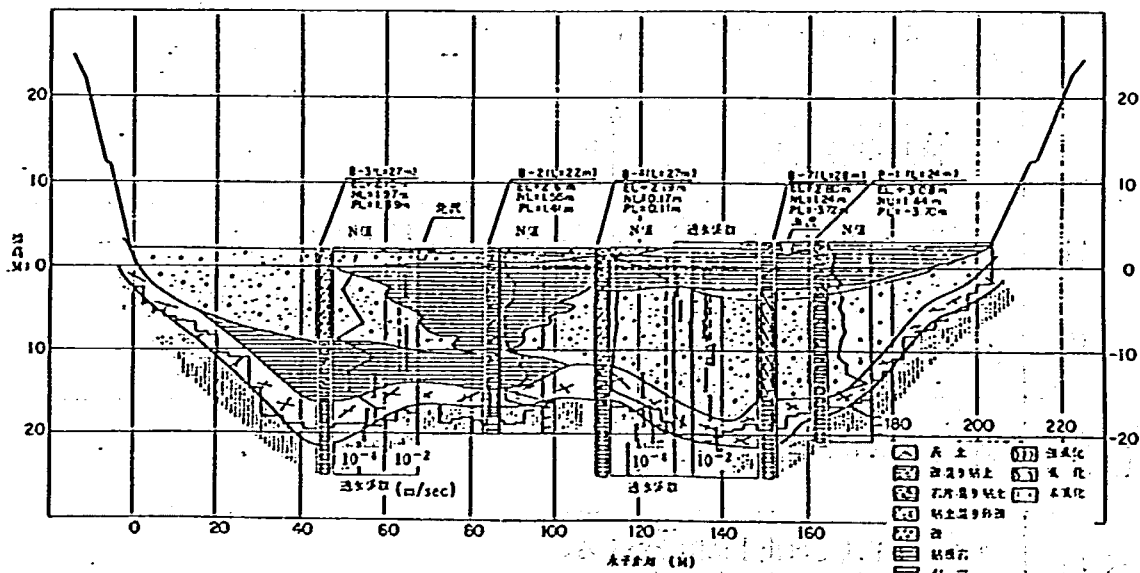
地下水貯蔵施設

名 称	常神地下ダム			
事 業 者	福井県三方町			
所 在 地	福井県三方町			
建 設 年 月 日	昭和57年12月			
計画要因・目的	生活水準の向上および水産加工水などの雑用水の需要増加によって1日250m ³ 以上の水が必要となる。そのため揚水量が増加し、海水の逆流による塩水化が進み、良質な水の不足をきたした。			
利 用 目 的	上水確保			
地 域 分 類	半島			
権 利 関 係	不明			
事 業 概 要	事業項目	工 種	規 格 ・ 材 質	数 量
	水産飲・雑用水	造水立坑 集水工 取水施設工 浄水施設工 送水施設工 配水施設工	置換工法の連続壁 壁材料：セメントベントナイト グラベルパイル $\phi 300$ $\ell=10m$ 約30本 深井戸 $\phi 300$ ポンプ 2.2kW $\phi 30$ 受水槽 $2.7m \times 3.6m \times 2m$ 着水井、酸化池、ポンプ井、急速濾過機、 浄水池、その他 送水ポンプ、送水管他 配水池 $3.5m \times 10.9m \times 3.45m$ 配水管他	202× (3-22m) 5本一式 一式 一式 一式 一式
	用地整備	公園・運動 施設用地	$60m \times 25m$ $60m \times 40m$	3900m ²
地 質	基盤層 古世代二疊紀 鳥羽層群（粘板岩） 帯水層 沖積上部層（砂礫）			
施 工 法	地下連続壁工法			
工 費 土木費 諸設備費				
今 後 の 課 題	一時期揚水井の塩素イオン濃度上昇……原因不明			
出 典	大ダム No.111 1985.3 土と基礎 31-3 1983.3			

位置図

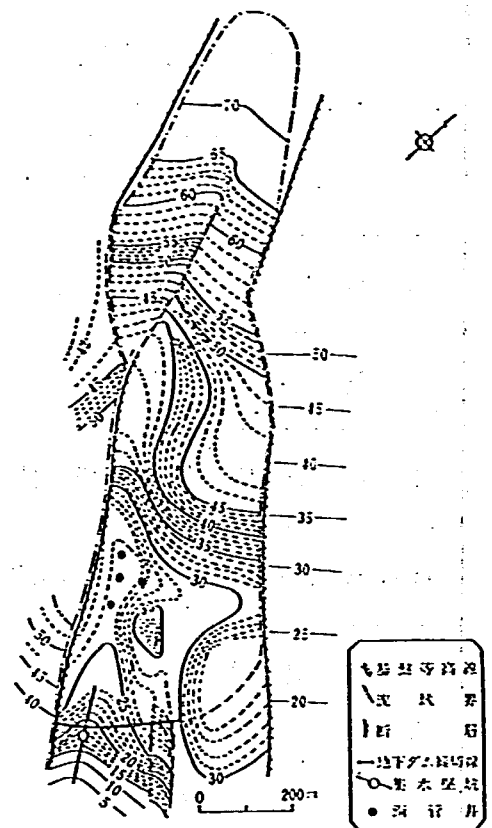
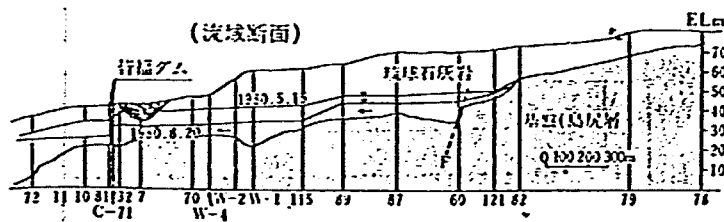
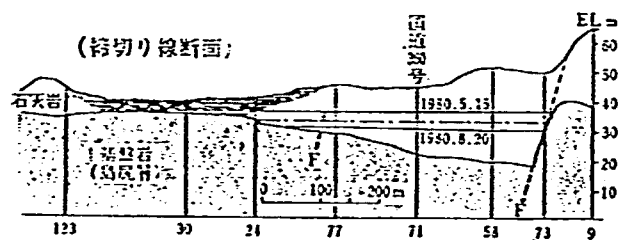
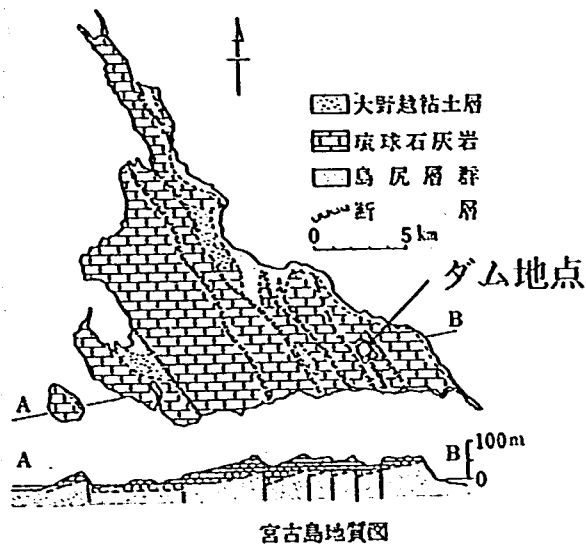


調査位置平面図



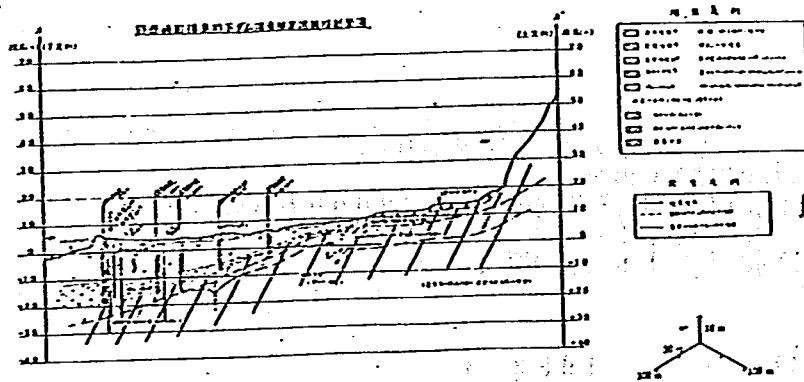
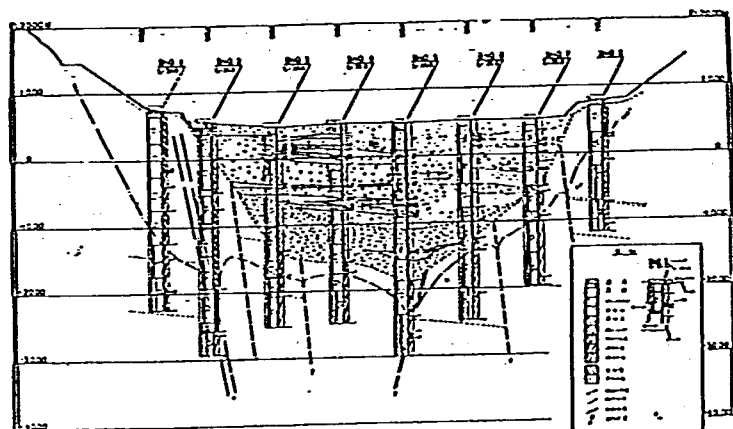
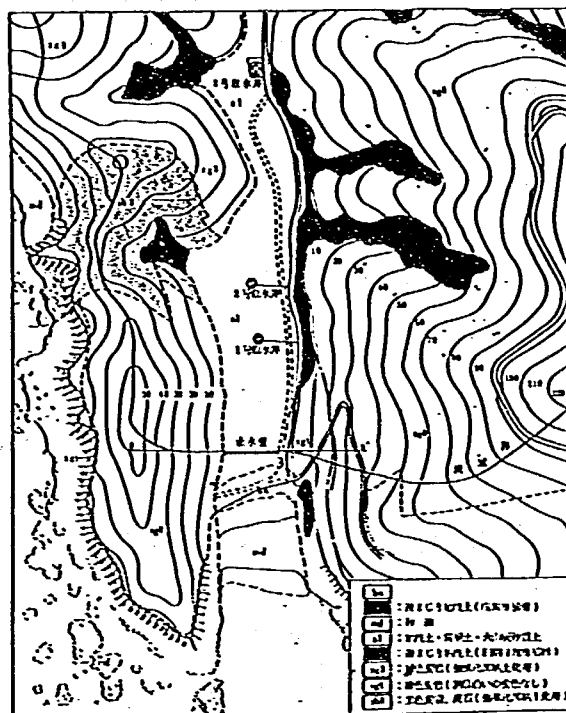
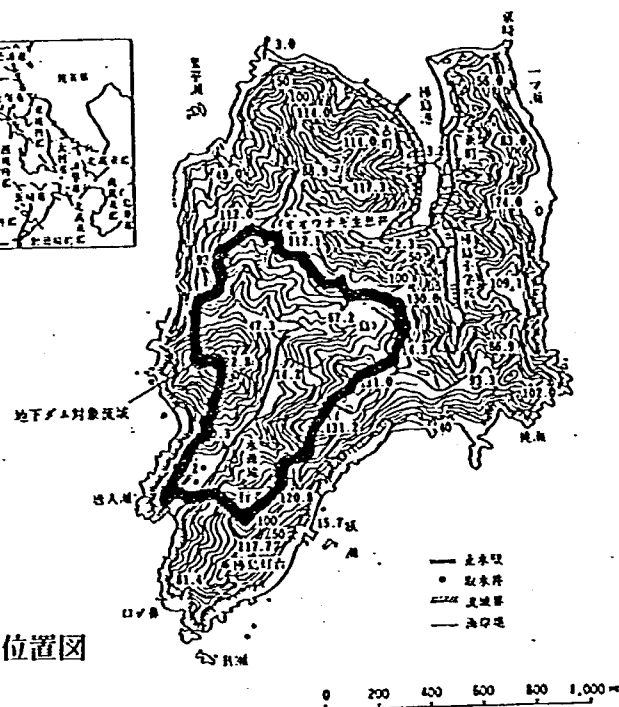
地質断面図 (止水壁位置)

名 称	宮古島皆福地下ダム
事 業 者	農林水産省 沖縄開発庁
所 在 地	沖縄県宮古郡城辺皆福
建 設 年 月 日	昭和49年～(昭和56年 実験期間を含む)
計画要因・目的	離島における新しい水資源開発を目的とする実験地下ダム
利 用 目 的	農業用水等
地 域 分 類	離島
権 利 関 係	民法207条
事 業 概 要	堤 高 16.5 m 堤 長 500 m 堤体構造 グラウト工法による止水壁 (厚さ5 m) 総貯水量 約70万 m^3 流域面積 1.7 km^2 取水および放水施設 集水竪坑 (口径3.5 m、深さ25 m) ┌ 集水用横孔2本 (ϕ 200 mm. L=100 m) ┌ ϕ 400 mm. L=25 m └ 放水用横孔2本 (ϕ 200 mm. L=100 m) └ ϕ 400 mm. L=25 m 鋼管井4本 (口径 250 m) 観測施設 雨量観測所 2カ所 地下水位自記観測所 13カ所 地下水位観測孔 76孔 堤体内水位観測孔 114孔
地 質	基盤層 新第三紀鮮新世～第四紀更新世 島尻層群 (泥岩) 帯水層 第四紀更新世中～後期 琉球石灰岩
施 工 法	グラウト工法による止水壁
工 費 土木費 諸設備費	約890,000千円
今 後 の 課 題	グラウト工法では止水に限度がある。 周辺水文環境への影響が不明
出 典	「日本の地下水」農業用地下水研究グループ 応用地質 24巻1号 1983

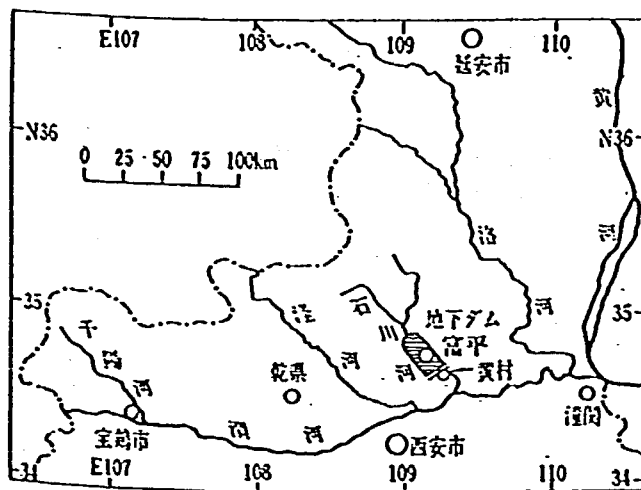


皆福ダム不透水性基盤上面等高図

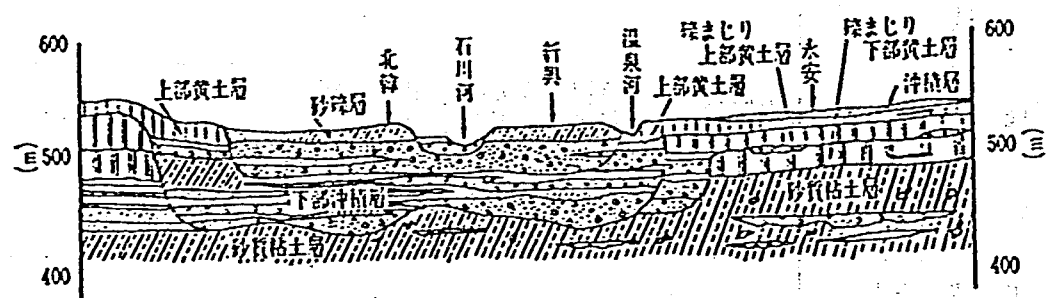
名 称	樺島地下ダム
事 業 者	九州地建長崎工事事務所
所 在 地	長崎県西彼杵郡野母崎町
建 設 年 月 日	昭和49年 昭和55年（遮水壁の改良）
計画要因・目的	夏期渇水対策 地下水層の塩水化の阻止
利 用 目 的	生活用水（上水）確保
地 域 分 類	離島
権 利 関 係	不明
断 面 形 状	地質縦断面図参照
寸法（B×H×L）m	地質横断面図参照
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	基盤層 古生代 結晶片岩層 帯水層 第四紀層 腐蝕質シルト粗砂互層 礫混り粘性土層
施 工 法	グラウト工法による遮水壁
工 費 土木費 諸設備費	
今 後 の 課 題	当初、基盤層風化帯の遮水効果が不十分であり、海水の侵入が生じた。
出 典	土研資料 第1756号 「野母崎地下ダム実用化調査」



名 称	中国陝西省富平地下ダム………計画
事 業 者	未定
所 在 地	中国陝西省西安市の北方約 60 km 地点
建 設 年 月 日	未定
計画要因・目的	十数年来、農業用水・工業用水の需要が年々増大し、地下水位が大幅に低下している。地下水の最大低下量は、最大 30 m に達し、既に水がなくなった帯水層の中には、約 5 億 m^3 の貯水容量があり、これを地下ダムとして利用する。
利 用 目 的	農業、工業用水
地 域 分 類	乾燥地帯
権 利 関 係	不明
断 面 形 状	
寸法 (B×H×L) m	地下水貯留容積 5 億 m^3
掘 削 空 m^3	
土 被 り m	
地 質	基盤層 中世代の碎屑岩 帯水層 沖積砂礫層
施 工 法	連続地中壁（未定）
工 費 土木費 諸設備費	未定
今 後 の 課 題	注入する水源として次の 4 案が考えられる。 (1) 他の流域からの湧水 (2) 平水年における石川河の洪水流量 2000 万 m^3 の利用 (3) 河床の地下水流の遮水 (4) 降水浸透による注水の増加
出 典	土と基礎 31-3, 1983. 3

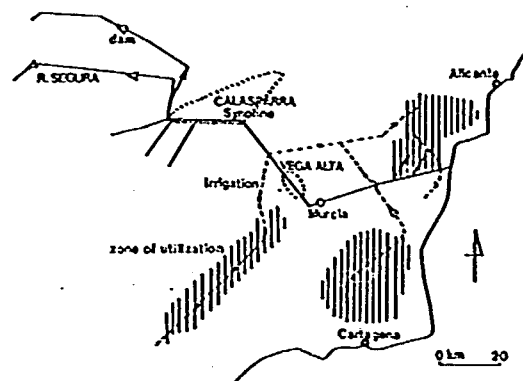
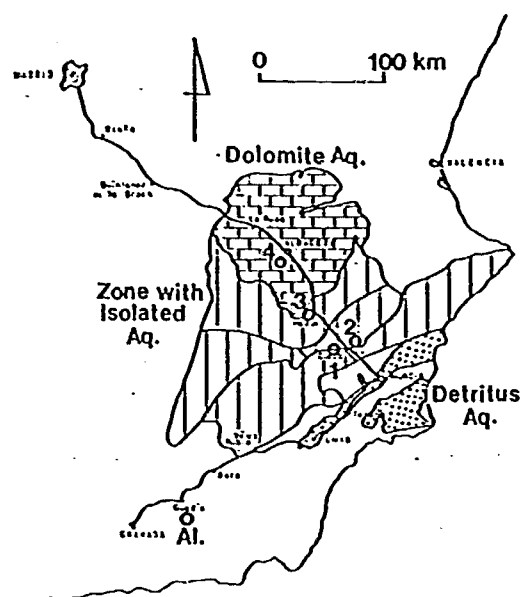


富平地下ダム位置図



石川河々谷地質断面図

名 称	Caiasparra 向斜地下ダム (仮称) ……計画
事 業 者	スペイン、地質鉱山協会 (IGME)
所 在 地	スペイン、Vega Alta (アルタ広野)
建 設 年 月 日	計画中 (昭和54年現在)
計画要因・目的	夏期乾燥期に不足する農業用水を確保するために、良好な帯水層がある Vega Alta と Caiasparra 向斜に地下ダムを計画する。
利 用 目 的	農業用水
地 域 分 類	乾燥地帯
権 利 関 係	不明
断 面 形 状	未定
寸法 (B×H×L)m	Vega Alta 地下水貯留容積 30,000 m ³ Caiasparra 向斜 " 60,000 ~ 150,000 m ³
掘 削 空 m ³	
土 被 り m	
地 質	基盤層 白亜紀の苦灰岩、石灰岩の向斜 帯水層 中新世 苦灰岩質砕屑物
施 工 法	未定
工 費 土木費 諸設備費	未定
今 後 の 課 題	
出 典	応用地質 Vol. 20 No2 1976



Segura 河水系の水利利用と地下ダム計画地点
(.....)

位置図 (0.1 地点)

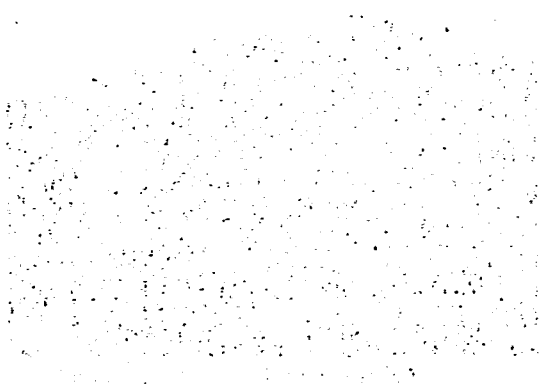


Calasparra 向斜南端部の帯水層露頭と
Segura 河



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO



そ の 他

1000

地下駐車場実績一覧表

昭和50年～54年12月

駐車場名	所在地	区域面積	階数	方式	収容台数	施工方法	工 期	工事費	摘 要
七 条	北海道旭川市	4,500 ^{m²}	2	自走式	250	開削工法	48.11～50.8	億円10.2	
能代市柿町公共	秋田県能代市	1,700	1	“	61	“	52.11～53.3	1.4	
中 央 地 下	秋田県酒田市	2,500	2	“	100	“	53.5～53.11	3.0	
新宿駅南口	東京都新宿区	11,000	5	機械式	296	“	48.3～51.8	44.7	
西 果 鶴	東京都豊島区	89,900	2	自走式	1,650	“	48.7～53.3	175.7	
歌舞伎町	東京都新宿区	18,100	1	“	385	“	44.9～50.10	53.5	
新潟西堀地下	新潟県新潟市	8,900	2	機械式	288	“	49.3～51.10	53.8	
セントラルパーク	愛知県名古屋	15,000	2	自走式	570	“	50.12～54.3	58.4	
駅前大通第一	愛知県豊橋市	4,800	1	“	150	“	52.3～53.11	6.1	
駅前大通第二	“	5,300	1	“	150	“	52.3～53.7	11.5	
銀座通公共	愛知県一宮市	4,500	1	“	104	“	49.6～50.10	8.5	
鶴 東	京都府京都市	3,500	4	機械式	144	“	51.12～54.1	9.3	
新 長 田	兵庫県神戸市	9,400	2	自走式	220	“	48.9～50.3	9.7	
代々木公園地下	山口県徳山市	5,000	1	機械式	188	“	50.3～51.5	9.0	
第三号天神地下	福岡県福岡市	15,800	2	自走式	340	“	48.6～51.9	80.6	
松 ケ 枝	長崎県長崎市	2,600	1	“	91	“	50.7～51.6	3.3	

既設地下街一覧表（東京）

名 称	所 在 地	延床面積 (^{m²})	地下駐車 場の有無	完成年月 (昭和)	管 理 者
神田地下鉄ストア	千代田区神田須田町1-16	906	無	7.4	帝都高速交通営団
三原橋地下商店街	中央区銀座5-10-2	1,303	無	26.	新東京観光(株)
浅草地下街	台東区浅草1-12	1,162	無	30.1	浅草地下街(株)
渋谷地下街	渋谷区道玄坂2-2-1	4,590	無	32.1	渋谷地下街(株)
荻掛地下商店街	中央区馬喰町	813	無	38.	荻掛会館管理組合
新宿ステーションビル地下街	新宿区新宿3-38-1	18,530	有	39.5	(株)新宿ステーションビルディング
池袋東口地下街(池袋ショッピングパーク)	豊島区南池袋1-29-1	15,210	有	39.8	池袋地下道駐車場(株)
東京駅地下名店街	千代田区丸の内1-9	11,405	無	40.	鉄道会館(株)
八重洲地下街	中央区八重洲4-10	73,410	有	40.6 44.2	八重洲駐車場(株)
新宿西口地下街(小田急エースタウン)	新宿区西新宿1丁目	27,020	有	41.1	小田急ビル代行(株)
池袋西口地下街(東武ホープセンター)	豊島区西池袋1-1-30	14,460	有	44.3	池袋西口駐車場(株)
新橋駅東口地下街(しんちか)	港区新橋2丁目	10,750	有	47.3	京急新橋地下駐車場(株)
新宿歌舞伎町地下街(サブナード)	新宿区歌舞伎町1-3	38,240	有	48.9 50.10	新宿地下駐車場(株)
新宿南口地下街(京王モール)	新宿区西新宿1丁目	17,090	有	51.3	新宿南口駐車場(株)

(含駐車場)

注：昭和51年3月31日現在。

既設地下街一覧表（大阪）

名 称 項 目		旧ウメダ地下街	なんなんタウン	ウメダ地下センター (第一期)	ウメダ地下センター (第二期)	プチシャンゼリゼ	中之島地下街	ドーチカ名店街	アベノ橋地下センター	紅のまち (第一期)	紅のまち (第二期)	地下街に類するもの	
												阪 急 三 番 街	大阪駅構内 地下商店街
所 在 地		北区梅田町1	南区難波新地5	北区梅田町1	北区梅田町1	北区梅田町1	北区中之島2-2	北区堂島上3-1	天王寺区茶臼山町115	南区難波新地5	南区難波新地5	北区小深町3	北区梅田町
所有者・管理者・占有者		大 阪 市	大阪地下街(株)	大阪地下街(株)	大阪地下街(株)	大阪地下街(株)	朝日ビルディング(株)	堂島地下街(株)	大阪地下街(株)	大阪地下街(株)	大阪地下街(株)	阪急電鉄(株)	日本国有鉄道
竣 工 年 月		昭和17年12月	昭和49年11月 (前)昭和32年12月	昭和38年11月	昭和45年3月	昭和49年8月	昭和40年10月	昭和41年7月	昭和43年11月	昭和45年3月	昭和46年12月	昭和48年11月	昭和46年6月
規 模	総面積(^{m²})	9,698.60	6,103.39	19,167.01	8,867.47	3,676.14	3,279.30	7,992.02	9,203.36	13,001.15	24,893.50	79,680.00	6,241.40
	店舗(^{m²} ,%)	2,036.70(21)	3,114.58(50.9)	8,874.33(46.3)	3,456.75(39.0)	1,388.61(37.8)	1,659.33(50.6)	3,884.12(48.6)	3,561.70(38.7)	4,706.42(36.2)	10,741.00(43.2)	28,885.00(36.3)	2,574.10(41.3)
	通路(^{m²} ,%)	7,618.40(78.5)	2,044.40(33.5)	6,727.62(35.1)	3,328.80(37.5)	1,906.14(51.8)	1,367.63(41.4)	2,053.95(25.7)	3,488.07(37.9)	4,784.42(36.3)	9,947.00(40.0)	12,675.00(15.9)	2,275.00(36.4)
	その他(^{m²} ,%)	48.50(0.5)	950.41(15.6)	3,565.06(18.6)	2,082.92(23.5)	381.39(10.4)	262.34(8.0)	2,053.95(25.7)	2,153.59(23.4)	3,510.31(27.0)	4,206.50(16.8)	38,120.00(47.8)	1,392.30(22.5)
店 舗 数		77	56	211	43	20	9	71	82	89	221	307	42
業 態 別	飲 食 店	32	21	65	29	1	7	31	33	38	65	109	8
	飲 食 料 品 店		10	48			1	6	18	28	16	49	5
	衣 料 店	13	23	94	13	19	1	25	31	23	136	100	5
	そ の 他	32	2	4				9	—	—	4	49	24
従 業 員 数 (人)		約 400	約 700	約 2,100	約 600	約 130	約 90	約 550	約 800	約 900	約 1,800	約 4,500	約 347
1日平均流動人口(万人)		約 50	約 20	約 80	約 20	約 12	約 1	約 11	約 30	約 30	約 50	約 10	約 5

注：昭和51年7月31日現在

出典 「地下空間利用に関する基礎資料」
科学技術庁資源調査所

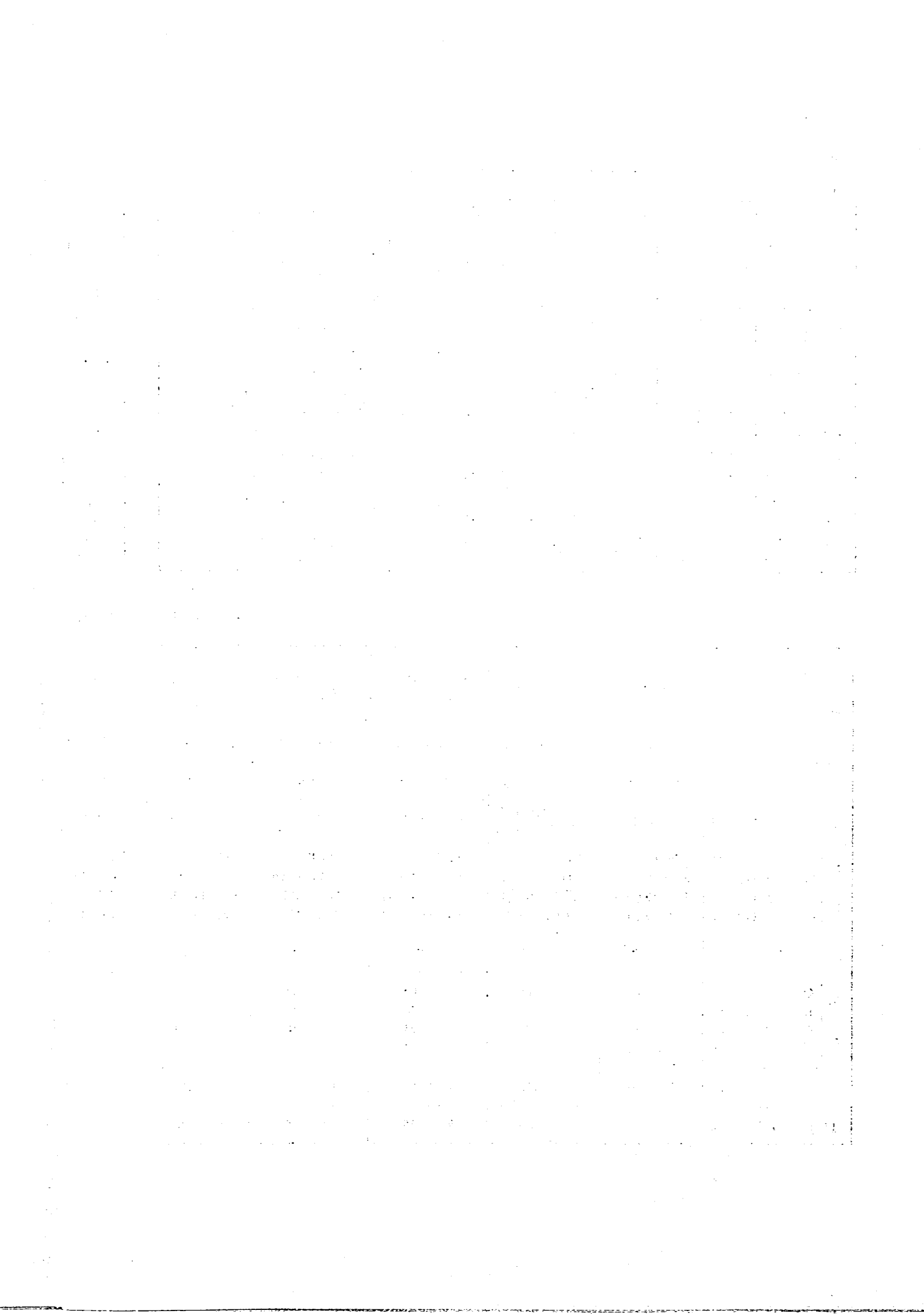


表-1 道路構造物の深度

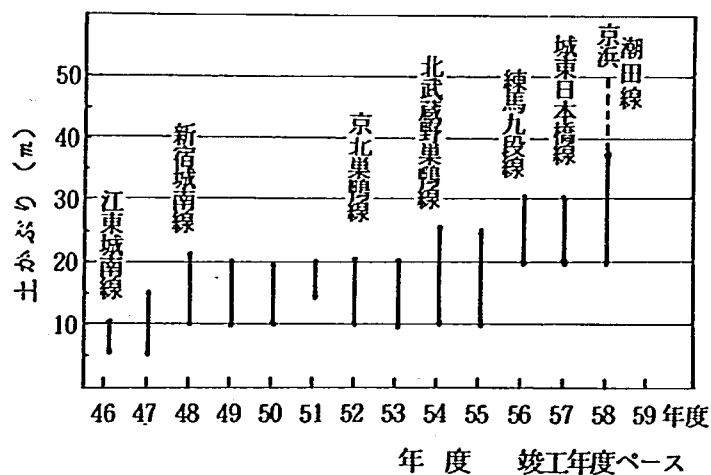
路線名称	場所	深度 (m)	構造
国道 246 号線 (首都高速道路 渋谷線)	渋谷区	12 基礎杭先端27	堀 割 り
首都高速道路 新宿線	千代田区	9	ボックス
首都高速道路 湾岸線	品川区	20	ボックス

表-2 NTT洞道の深度

洞道名	場所	深度 (m)
環 四	港区	29
明治通り	豊島区	32
国会前	千代田区	33
四谷駅前	千代田区	34
浅草橋	台東区	38

表-3 下水処理場の深度

施設名	場所	深度 (m)
芝浦処理場ポンプ所	港区	31
南部汚泥処理プラント 連絡施設	太田区	46



地中送電線トンネルの土被りの推移 (東京電力資料より)

出典「大深度地下鉄道の整備に関する調査研究報告書」
(財) 運輸経済研究センター 昭和63年3月

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study. It discusses the importance of the study and the objectives of the research. It also provides a brief overview of the methodology used in the study.

2. The second part of the report is a detailed description of the methodology used in the study. It discusses the data collection methods, the sample size, and the statistical analysis techniques used. It also provides a detailed description of the data analysis process.

3. The third part of the report is a detailed description of the results of the study. It discusses the findings of the study and the conclusions drawn from the results. It also provides a detailed description of the data analysis process.

4. The fourth part of the report is a detailed description of the conclusions drawn from the study. It discusses the findings of the study and the conclusions drawn from the results. It also provides a detailed description of the data analysis process.

(The following text is a continuation of the report and is not part of the main body of the report.)

2) 技術基準、指針等の調査結果

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

調査対象リスト

題 名	年 月 日	発 行 者
トンネル標準示方書（山岳編） ・ 同解説	昭和61. 11	土 木 学 会
トンネル標準示方書（シールド編） ・ 同解説	昭和61. 6	土 木 学 会
トンネル標準示方書（開削編） ・ 同解説	昭和61. 6	土 木 学 会
岩盤タンクの安全確保に関する調査報告書	昭和61. 9	土木学会 危険物保安技術協会
地 下 貯 油 施 設 技 術 指 針（案）	昭和55. 5	土 木 学 会
ト ン ネ ル の 地 質 調 査 と 岩 盤 計 測	昭和58. 7	土 木 学 会
トンネルにおける調査・計測の評価と利用	昭和62. 9	土 木 学 会
トンネル（N A T M）技術基準（案）	昭和62.	建 設 省
トンネル（N A T M）計測要領（案）	昭和62.	建 設 省
道路管理施設等設計指針（案） （付）トンネル 換気設備非常用施設点検整備標準要領（案）	昭和60. 9	建設省建設経済局建設機械課
洪水調節（整）池の多目的利用指針の解説	昭和62. 3	建設省建設経済局民間宅地指導室
土木研究所資料掘削土留工設計指針（案）	昭和57. 3	建設省土木研究所 構造橋梁部基礎研究室
土木研究所資料近接基礎設計施工要領（案）	昭和58. 6	建設省土木研究所 構造橋梁部基礎研究室
産業安全研究所技術指針 工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆1970）	昭和45. 10	労働省産業安全研究所
設 計 要 領 第 三 集 第 9 編 ト ン ネ ル	昭和60. 10	日 本 道 路 公 団
土 質 お よ び 地 質 調 査 要 領	昭和51. 4. 1	日 本 道 路 公 団
設 計 要 領 第 1 4 編 電 気 通 信 施 設	昭和47. 4	日 本 道 路 公 団
電 気 通 信 施 設 設 計 要 領	昭和51. 10	日 本 道 路 公 団

題 名	年 月 日	発 行 者
N A T M 施 工 管 理 暫 定 指 針	昭和58. 12	日本道路公団 技術部・計画部
N A T M 設 計 施 工 指 針 (案)	昭和58. 12	水 資 源 開 発 公 団
技術資料第2号都市内大規模掘削工事における 土留応力解析について	昭和55	首都高速道路公団
仮 設 構 造 物 設 計 基 準 (案)	昭和63. 3	首都高速道路公団
首都高速道路に近接する構造物の施工指針要領書 (案)	昭和57. 4	首都高速道路公団 保全施設部
ト ン ネ ル 非 常 用 施 設 設 計 指 針	昭和56. 3	首都高速道路公団
N A T M 設 計 施 工 指 針 (案)	昭和58. 3	社団法人 日本鉄道施設協会
シールドトンネルの設計施工指針 (案)	昭和52. 12	社団法人 日本鉄道施設協会
掘 削 土 留 工 設 計 指 針 (案)	昭和54. 12	社団法人 日本鉄道施設協会
注 入 の 設 計 施 工 指 針 (案)	昭和62. 1	社団法人 日本鉄道施設協会
共 同 溝 設 計 指 針	昭和61. 3	社団法人 日本道路協会
道路土工・擁壁・カルバート・仮設構造物施工指針	昭和62. 5	社団法人 日本道路協会
道路トンネル技術基準（換気編） 同 解 説	昭和60. 12	社団法人 日本道路協会
トンネル換気設計基準に関する調査研究報告書 「トンネル換気設計指針案・首都高速道路公団委託」	昭和59. 3	財団法人 首都高速道路技術センター
電 気 設 備 設 計 要 領	昭和61. 4	財団法人 首都高速道路厚生会
建設省河川砂防技術基準（案） 調 査 編	昭和51. 6	建設省河川局監修 社団法人 日本河川協会編
改訂 建設省河川砂防技術基準（案） 計 画 編	昭和51. 6	建設省河川局監修 社団法人 日本河川協会編
改訂 建設省河川砂防技術基準（案） 設 計 編	昭和60. 10	建設省河川局監修 社団法人 日本河川協会編

題 名	年 月 日	発 行 者
解 説 ・ 河 川 管 理 施 設 等 構 造 令	昭和53. 3	社団法人 日本河川協会
建設省都市局監修下水道シールド工法の指針と解説	昭和45	社団法人 日本下水道協会
建設省都市局下水道部監修 下水道進進工法の指針と解説	昭和51.	社団法人 日本下水道協会
トンネル湧水調査法に関する調査研究(Ⅱ) 報告書	昭和55. 2	社団法人 日本トンネル技術協会
地中送電用深部立坑、洞道の調査 設計・施工・計測指針	昭和57. 3	社団法人 日本トンネル技術協会
土 留 壁 土 圧 実 測 調 査 結 果 報 告 書	昭和58. 3	開削トンネル小委員会仮設構造物 設計ワーキンググループ
道 路 技 術 基 準 通 達 集 基準の変遷と通達	昭和62. 4	監修建設省道路局企画課、 発行ぎょうせい
排煙設備技術基準 監修建設省住宅局建築指導課 編集(財)日本建築センター	昭和50. 7	新 日 本 法 規
建築防災計画指針 監修建設省住宅局建築指導課 編集(財)日本建築センター	昭和60. 7	新 日 本 法 規
ダ ム の 計 画 と 設 計	昭和41	米国内務省開拓編 社団法人 日本ダム会議
ミ ル ウ ォ ー キ ー の 実 験 経 験 式	昭和57	Iowa Institute of Hydraulic Research The University of Iowa

調 查 結 果

技術基準、指針等の調査結果(1)

対象とする 構造物	書 名 発 行 者	概 要 ・ 適 用 範 囲 等	深 度 に 対 す る 記 述	規 模 に 対 す る 記 述
山 岳 トンネル	トンネル標準示方書 (山岳トンネル編) ・同解説 土 木 学 会	通常、山岳トンネル工事における計画、調査、設計、施工および施工管理について、一般の標準を示すものである。	特に記述なし	特になし。ただし、第2編第2章第5条解説で、鉄道トンネル、道路トンネルでの建築限界に関する記述があり、暗に百数十m ² までを意識していると思われる。
シールド トンネル	トンネル標準示方書 (シールド編) ・同解説 土 木 学 会	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。	特に記述なし	第6・2条セグメントの寸法精度の解説、第127条送排泥機構の解説の両条項解説に径が12mを超えるものについては別途検討が必要という記述があり、百数十m ² 程度までを意識していると考えられる。
開 削 トンネル	トンネル標準示方書 (開削編) ・同解説 土 木 学 会	通常、開削工法によりトンネルを構築する場合の調査、計画、設計および施工について、一般的な標準を示すものである。	第1条解説 掘削深さ30m程度と規程している。	同左 掘削幅3m以上と規定している。

技術基準、指針等の調査結果(2)

対象とする 構造物	書 名 発 行 者	概 要 ・ 適 用 範 囲 等	深 度 に 対 す る 記 述	規 模 に 対 す る 記 述
岩盤タンク	岩盤タンクの安全確保に 関する調査報告書 土 木 学 会 危険物保安技術協会	海外におよび菊間実証プラントに における岩盤タンクの現状調査お よび実用規模の岩盤タンクモデル による現有技術の整理と検討を行 ったものである。	P-99 弾性波の測線長の記述よ り、200 m程度と考えられる。	菊間プラントは 幅15 m×高さ20 m×長さ112 m、 タンク容量25,000 klである。
地下貯油 施設	地下貯油施設技術指針 (案) 土 木 学 会	地下貯油施設を新たに建設し、ま たこれを維持管理する場合に適用 する。	1. 総則(解説) P-1 深さ30~40 mを想定している。	1. 総則(解説) P-1 縦型貯油槽では直径80~90 m、 横型貯油槽では断面積300 m ² (高さ20 m、幅15 m)、長さ 500 m程度のものを想定している。
トンネル	トンネルの地質調査と岩 盤計測 土 木 学 会	トンネルの設計施工のための調査 ・試験・計測方法についてその適 用の可能性と限界について研究し たものである。	地圧現象に関しての記述で、300 ~500 m以上の土被りを例外とす る部分あり。	特になし

技術基準、指針等の調査結果(3)

対象とする 構造物	書 名 発 行 者	概 要 ・ 適 用 範 囲 等	深 度 に 対 す る 記 述	規 模 に 対 す る 記 述
山岳 トンネル	トンネルにおける調査・ 計測の評価と利用 土 木 学 会	調査、計測、解析とその成果を適切に設計・施工に反映させる在り方の研究成果	地山分類基準の表に適用範囲の脚注として $50.0\text{ m} > H \geq 2D$ という記述がある。	道路、鉄道の建築限界を考えている。百数十 m^2 程度までと考えられる。
NATM	トンネル(NATM) 技術基準(案) 建 設 省	NATMで施工する内空幅10 m 程度のトンネルに関する一般的設計手法を示したものであり、トンネル断面形状が異なる場合や地山条件が特殊な場合等については、それらの特殊性を考慮し適切な設計を行なわなければならない。	特に記述なし	内空幅10 m 程度
NATM	NATM計測要領 建 設 省	(計測の目的) トンネル掘削に伴う周辺地山および各支保材の変位並びに応力の変化を把握し、工事の安全性および経済性を確認することにある。	特に記述なし	参考資料より 100 m^2 まで

技術基準、指針等の調査結果(4)

対象とする 構造物	書名 発行者	概要・適用範囲等	深度に対する記述	規模に対する記述
NATM	NATM設計指針(案) 水資源開発公団	トンネル工事にあたりNATMを用いる場合の調査、設計、施工、施工管理および計測に適用する。	国鉄における地山分類基準と標準支保パターンを参照した地山分類の表がある。その(注)に表の適用範囲として $500\text{ m} > H \geq 2D$ という記述あり。	特になし
山岳 トンネル	設計要領第三集 第9編トンネル 日本道路公団	山岳トンネルとして通常の施工法により建設する2車線の自動車道路トンネルに関する一般的基準および設計手法を示したものである。	特になし	特に断面を規定していないが標準断面として示されているものから百数十 m^2 までを意識していると考えられる。
NATM	NATMの設計指針(案) 日本鉄道施設協会	トンネル工事にあたり、NATMを用いる場合の調査、計画、設計、施工、施工管理および計測に適用する。	第2編、第4条の解説 地山分類の表の(注)に表の適用範囲として $500\text{ m} > H \geq 2D$ という記述あり。	新幹線用の断面を最大として扱っているので、百数十 m^2 程度までを意識していると考えられる。

技術基準、指針等の調査結果(5)

対象とする 構造物	書 名 発 行 者	概 要 ・ 適 用 範 囲 等	深 度 に 対 す る 記 述	規 模 に 対 す る 記 述
掘削土留	掘削土留工設計指針 (案) 日本鉄道施設協会	・日本国有鉄道において通常の開削工法を行う場合に用いる仮設構造物の調査、計画および設計について適用する。 ・特別の調査、研究等に基づいて設計する場合には、本指針は適用しなくてよい。	第1編、第1章、第1条解説に掘削深さ15m程度と記述されている。	同左 掘削幅3m以上 掘削幅の上限は定めないが著しく広い場合には本指針を参考として慎重な検討が必要。
シールドトンネル	シールドトンネルの設計 施工指針(案) 日本鉄道施設協会	・日本国有鉄道における通常のシールドトンネルの調査、計画、設計、施工に適用するものである。 ・本指針に定めていない事項については、関連法規、部内規定、設計標準等の定めによるものとする。	第2編、第2章、第14条土被りの解説において立坑築造の簡易さについての記述がある。さらに土質に対する解説は、主に土砂地盤を扱っていることから数十m程度を意識していると考えられる。	特になし ただし、対象としているものが鉄道トンネルであることから百数十mまでを意識していると考えられる。
トンネル	注入の設計施工指針 日本鉄道施設協会	国鉄における地盤注入、トンネル地山注入、トンネル裏込注入のための計画、調査、設計、施工、施工管理についての基準	注入圧に対する記述から、数百m程度と考えられる。	特になし ただし、参考事例から百数十mまでと考えられる。

技術基準、指針等の調査結果(6)

対象とする 構 造 物	書 名 発 行 者	概 要 ・ 適 用 範 囲 等	深 度 に 対 す る 記 述	規 模 に 対 す る 記 述
山岳 トンネル	道路トンネル技術基準 (換気編)・同解説 (社)日本道路協会	道路法に定められる道路のトンネルに換気施設を整備する場合の基準	特になし	2車線断面までを対象とする。
山岳 トンネル	トンネル湧水調査法に関する調査研究 (Ⅱ) 報告書 (社)日本トンネル 技術協会	湧水予測手法の計画立案のために山岳トンネルの湧水に関する調査研究報告	特になし	特になし
立坑、 トンネル	地中送電用深部立坑、洞道の調査・設計・施工・計測指針 (社)日本トンネル 技術協会	東京電力㈱が市街地において建設する地中送電用の深部立坑および洞道に適用する。	深さ 50～60 m を対象としている。	1-2-5. 立坑および洞道の内空寸法の項でのグラフの目盛よりシールドは外径 3～12 m、立坑幅は 17～18 m を対象にしていると思われる。

技術基準、指針等の調査結果(7)

対象とする 構 造 物	書 名 発 行 者	概 要 ・ 適 用 範 囲 等	深 度 に 対 す る 記 述	規 模 に 対 す る 記 述
道路 トンネル	道路技術基準通達集 道路トンネル技術基準 (一部改正)について ぎょうせい	道路トンネルの建設ならびに維持 管理をするのに必要な一般的な考 え方および基準を示すものである。	特になし	3-3-2 内空断面 (解説) 100㎡を超えるような長大トンネル という記述および総幅員が10m を超えるようなという記述があり、 それ以内を対象としているものと 思われる。

3) ヒアリング調査結果

ヒアリング調査 まとめ

各工法における課題	質 問	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルでは、どのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
N A T M	①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水圧を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	①ユーザーのニーズが利用方法を決める。 ②地上の施設を生かしたままの地下開発が前提であろう。 ③地下河川や道路、鉄道の地下化などが先行するのではないか。 ④法制度に対する検討が必要であろう。 (その他の話題) ①地下空間へのアクセスが問題である。 ②大深度での土圧を解明する必要がある。	① 150～200 m ² の断面の施工は可能。 ②都市部地下なら50～100 mくらいの深度の施工は可能 ③ 上記2項は、既存の補助工法を複合的に組合せた場合のことである。 補助工法の組み合わせ方は土質条件、立地条件に左右される。	①地下水対策が重要な課題である。 ②地下水のリチャージ技術の検討も必要。 ③TBMの自動化により機械施工の速度は向上する。 ④トータルコストでシールド工法と比較する必要がある。
シ I ル ド 工 法	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の開発		①現状では深度50 mまで可能、近未来では100 mまで可能であろう。 ②口径 ϕ 16 mまで可能、ただしその前段として、 ϕ 14 mくらいの実績が必要であろう。 マルチフェースシールド工法、Dotシールド工法によってより大きな断面の施工は可能だろう。	①遠隔操作による掘進の省力化は可能。 ②セグメント組立ロボットは完成している。 ③延長は1スパン4 kmが可能、近未来では5 km以上になるだろう。又、地中接合により延長を倍に延ばせる。 ④耐水圧性能は、シールド機で10kgf/cm ² 、セグメントシールドで5 kgf/cm ² までは十分可能。 ⑤切羽前方の調査は、電磁波によって数mまでが可能。
開 削 工 法	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング技術の開発 ④路面、埋没物等を大スパン仮受けする技術の開発		①連壁は、現在深度150 mまで可能、近未来では200 mまで可能であろう。 ②立坑構造物では、深度50～60 mが実用限界、ただし円形断面ならそれよりも深くできる可能性がある。 ③ニューマチックケーソンは深度50 mが限度である。	①現在、連壁では、施工の部分的な無人化は行っているが、全体の完全無人化はしばらく先になるであろう。 ②アンダーピニングでは観測施工が不可欠である。挙動予測は、地山挙動が不明確なので難しい。

ヒアリング調査表 A 社

質問 各工法における課題		(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルでは、 どのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの 程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？ また、他にも課題があるか？
N A T M シ ー ル ド 工 法 開 削 工 法	①機械化施工での掘進速度の 向上 ②高い地下水圧を事前に処理 する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術 の開発	・今ところ人間が地下に住む必要性は低い。当面は社会付帯施設（地下河川、道路、鉄道）の地下化を対象とするのが良いと思う。 ・アメリカでは、ニーズが先行し、それに対応する地下利用技術開発が行われている。 ・地下原発の検討は以前していた。その検討では、土砂、岩、両面からの検討を行った。 （その他の話題） 現在では山岳トンネル工法とシールド工法がかけはなれたものとして存在するが、これを場所打ちライニング工法などの手段によって、一連のものにして行くべきではないだろうか。 ・シールド工法と山岳トンネル工法では考え方が違いすぎる。	・アメリカにおいて、核廃棄物用の深度 600 m の地下空洞を施工した。アメリカでのニーズでは 1,000 m 以深に対するものもある。 ・日本における核廃棄物は 1,000 m 以深での投棄となるのではないか。	・限定した範囲の遮水というのは難しい。 ・滞水地盤における都市型 NATM の施工に対する問題意識はあるが、現実の対処をどうするかは検討できないのが現状である。
	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水 圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術 の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の 開発		・大断面の機械は作れるであろう。しかし、実用化のためには、段階的に大断面化することが必要である。 - 現在の技術では口径 $\phi 14$ m に対しては即応できるが、口径 $\phi 16$ m はできない。	・延長は、実績で 2.5 km だが、その機械のいたみはほとんどないので、現状の技術で 4 km 可能と考える。 ・有効に断面を使うために Dot シールド工法や、マルチフェースシールド工法を使うのが良い。 ・約 5 年前に、$L = 3,600$ m を現実の現場で施工できるという判断を会社として下した。 ・大断面に対しては管理面が問題である。 ・試験では、延長 8 km を掘った機械もある。 ・耐水圧性能としては現状で 7 kgf/cm^2 程度は十分にクリアーできる。
	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング 技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン 板受けする技術の開発		・150 m の連壁を掘った実績があり、200 m までは施工できると考える。問題点はあくまで機械的な部分であり、土木技術としての問題点はないと考える。	

ヒアリング調査表 B 社

各工法における課題	質問	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルではどのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
N A T M	①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水圧を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	地下工場、核シェルター、下水処理場等の地下化が、地下空間の本来の特性を利用した利用方法だと思ふ。	- 地山強度、地下水位等によって異なるが、現在の技術でも深度100 m、断面200 m²までなら十分に対応できる。 - 近い将来、断面250 m²も可能である。	- 地下水の処理方法が問題である。掘削中に水を抜くことができないのなら、山岳トンネルの適用は不可能であると思ふ。現在の止水薬注工法は信頼性が低い。 - 地下水のリチャージ工法は都市NA TMには有効であると思ふ。当社でも、この工法の実績は何回かもっている。
シ ィ ル ド 工 法	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の開発		山岳部では、土被り130 mの施工実績がある。その経験から大深度では土圧よりも水圧の方が問題となる。	- 最大11kgf/cm²の水圧に対処した実績がある（同左施工例）。試験での耐水圧性能は15 kgf/cm²である。 - 都市部では大断面になるとズリの処分が問題である。 - 現在でも、カッタービットの交換をしないで延長3 kmは施工できる。 - シールドでは、切羽前方よりもトンネル周辺の地山状態を知る方が必要性が高い。
開 削 工 法	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーパニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発			縦型シールド工法については社内プロジェクトで具体的に検討をおこなったことがある。

ヒアリング調査表 C社

質問 各工法における課題	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルではどのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
NATM ①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水压を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	- なぜ地下に施設を作るのかを明確にする必要があるだろう。 - 土木の分野では、地下都市等は、まだ、あくまでも構想レベルのものである。現実には、現在話題となっている、道路、鉄道の地下化や地下河川の建設が先行するであろう。 - 地下の利用方法を検討するならユーザーのニーズを明確にしたほうがよいだろう。		- 地下水対策が大きな課題であろう。地下水位を低下させるのか、止水するのかがポイントとなる。コストの問題を考えると、ケースバイケースで色々な対応を検討する必要があるであろう。 - 機械化施工は、現在検討中である。
シールド工法 ①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水压に対する耐水压性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術		- 現在では、口径$\phi 14.5\text{m}$までなら対応可能である。次の段階として$\phi 16\text{m}$までの可能性は十分にある。 - コストとの対比によって、マルチフェースシールド工法の適用も有効と考える。	- カッター、面板（スポーク）の修理、補修により延長はかなり延せると考える。 - 完全自動の無人化は難しいと思う。現在では省力化のための部分的な自動化を実現して行くのが現実的である。 - ECLは、①土砂地山への適用の問題、②無筋であること、③切羽安定を保った型での施工しかできないこと、④コスト面でNATMと競合すること、などから完成した技術として一般化するまでには後20年はかかると思う。
開削工法 ①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		- 立坑築造の実績では、連壁深さ99m、壁厚1.2m、掘削床付け60mである。 - 連壁をただ掘るだけならば深度130～150mが可能。ただしそこまでの深さになれば、構造物としての立坑形状は円形になるだろうと思う。	現状技術の組み合わせで、各課題に対処できると考える。ユーザーのニーズのレベル、コストなどによって対処する技術の組み合わせも変る。

質問 各工法における課題	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルでは、どのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
NATM ①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水圧を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	- 地下空間の利用では、作った地下施設に対するアプローチをどうするかが問題である。 - 山岳トンネルにおける斜坑でも、施工の都合上、あまり大きな勾配がとれないので、アプローチがかなり長くなってしまふ。これは、深度が大きくなるほど、重要な問題となるであろう。 - 法制度が技術開発のためのニーズを妨げないようにすることが必要である。 - ロックボルトの地上権などは、今後問題となるだろう。	浅くなれば、補助工法の必要性などが生じて、シールドより高価格になるだろう。対象深度を100mくらいに設定して、NATMを使うのが経済的であろう。	- 設問の課題は、自社としても課題である。 - 都市部、特に東京では、50m程度で考えると地下水対策が必要だろうが、もう50m深くすれば補助工作に対する配慮も少なくても良いのではないか。
シールド工法 ①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の開発		- 大断面化は、マルチフェース化によって対処できる。現在の技術でシールドを一系列にいくつも連ねることが可能である。 - シールドで大断面、大深度化をすると、立坑や基地が大きくなり、経済性が、NATMに比べて低くなってしまふだろう。	- 延長では、2kmくらいまで可能であろう。カッターの摩耗対策の検討が必要だろう。 - 高水圧に対しては7kgf/cm²までに対応できる。 - 無人化へのアプローチとしてセグメント自動組立ロボットはすでに開発済みである。
開削工法 ①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		- 連壁では、深度150mまで対応できる。しかし、それより深くなると、①穴曲りが大きくなる。②地上施設が、大規模になる。③ベントナイト泥水の密度を深さに合せてコントロールできないなどの問題が残る。 又、東京に限定すれば150m以上の深度は必要としないだろう。	ニューマチックケーソンでは、大深度(50m)、施工時の高圧気圧に対して人間を常圧カプセルの中に入れ、そこからのリモートコントロールで掘削をした例がある。

ヒアリング調査表 E 社

質問 各工法における課題	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルでは、どのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
N A T M ①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水圧を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	・地上の既設構造物等に影響を与えないように地下を開発して行くべきである。その為に、各要素技術の開発が必要なのである。		・都市部地下での地下水対策は、地表に影響のないように考えなければならないので難しい。地下水のリチャージ技術を高めるべきである。 ・設問の課題に対処するには革新的な技術は必要であろう。現状のものを多少改良した技術で十分に対処できるのではないだろうか。 ・山岳トンネルでもTBMならば遠隔操作による無人化は十分可能である。
シ ル ド 工 法 ①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の開発	(その他の話題) ・大深度を対象とした実験は、規模が大きくなり、一企業だけでは対応ができにくいので国レベルで音頭を取って、複数企業協同で、ロスの少ないやり方をしたほうが良いと思う。 ・山岳トンネル工法とシールド工法の設計方法のギャップを埋める必要があるのではないか。一連の体系として扱えるようにした方が良い。 ・NATMだけの場合でも、岩質地山の時と土砂地山の時に設計の考え方のギャップが目立つ。 ・独自の型のECLも検討中である。	・マルチフェースシールドのバリエーションによって、ある程度の大断面は現状でも可能	・無人化施工の前段階として、遠隔操作により施工を省力化する方法を開発した。測量と姿勢制御を行うことを目標として開発を行い、試験施工を行う段階まで来ている。 ・シールドの耐圧は、実験では15kgf/cm²までであり、実用レベルで10kgf/cm²まで対応できる。 ・切羽前方の調査をする目的で、電磁波、レイリ波の試験等を行っているが、現状では数m前方の調査しかできず実用化していない。 ・延長については現状で2km以上が可能 ・完全ロボット化は、現状ではセンサー等の精度や耐久性が低く現実的でない。
開 削 工 法 ①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		・連壁ならば100～150mの施工は、現在の技術で施工できる。	・既設構造物に対する影響がある場合は、アンダーピニングを使う場合も含めて、計測、観測をしながら施工するしかない。現在では、地盤を適切に評価するのが難しいので、影響予測も難しい。

ヒアリング調査表 F 社

質問 各工法における課題		(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルでは、 どのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの 程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？ また、他にも課題があるか？
N A T M シ ールド 工 法	①機械化施工での掘進速度の 向上 ②高い地下水圧を事前に処理 する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術 の開発	- なぜ構造物を地下にもってくるのか議論が必要ではないか。 - 地上を人間の為に残しインフラストラクチャーを地下に持って行くのが良いのではないか。地下を人間が生活する場として開発する必要はないと思う。 - 地上の施設を生かしたままの地下構築が前提となるだろう。 - 人間を主体とすべきだ。基本的に、住人または利用者の利益を主とした地下開発でなければならない。 - ニーズの明確化と法制度の問題を考える必要がある。 - 技術による裏付けをもって法制度を変えるのが良いと考える。それを、官、民で協議する場が必要ではないだろうか。 - 日本独自の地下に大空洞を作る技術の開発が必要ではないだろうか。	- 断面を大きくすることで生じるリスクを負う必要があるだろうか。小さいものを2本作る方が経済性も高いのではないか？ - 採算性の面から、リスクをどう負うか考えるべきである。	- 都市部の洪積層では地下水対策が主になる。水を抜くのか、押えるのか、あるいは抜いてからリチャージするのかを考える必要がある。 - シールド工法の様に、水の内面に満すことによって水圧に対処することも考えられる。 - 簡便な凍結工法を検討しても良いのではないか。
	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水 圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術 の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の 開発			- 延長については、機械的にシールド機をドッキングさせる技術によって、長大化を考えている。(昭和63年度中に実験施工予定) - ビット、シールを施工中に変える技術がより整備されれば、延長4～5kmは施工できるだろう。 - 残土処理に対する技術を検討すべきである。
	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング 技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン 仮受けする技術の開発			地下水に対する浮力も、大深度では問題となる。

質問 各工法における課題		(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルではどのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？ また、他にも課題があるか？																																															
N A T M	①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水圧を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	・利用方法も重要であるが、法制度、行政面、環境コントロール技術等の検討も重要である。 ・技術面では、大深度での土圧、水圧、側圧のかけ方の研究が必要であろう。	・立坑の制約から200 mと考える。また、都市部の200 m以深は未知に近い領域であるので、このことから、現状では、深度200 mが一応の限界であろう。	・ある部分だけを限定して水抜きする技術が必要である。 ・都市 NATM は補助工法が必要となりトータルコストでは、シールド工法と同等なものになることがある。 ・NATM だけに限っても、揚水の費用を考えれば、水を抜くより、薬液注入を行う方が安くなることも考えられる。																																															
	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の開発		・口径 $\phi 16$ m くらいの断面は施工できるだろうが、現状実績12.7 m との間の1ステップとして口径 $\phi 14$ m くらいの実績が必要である。 またそれ以上であればDOTシールド工法等により $\phi 16$ m $\times$ 3 個、4 個という型で対応できる。	自社での検討では、以下の様に予想している。 <table><tr><td></td><td>現</td><td>在</td><td>近</td><td>未</td><td>来</td></tr><tr><td>深 度 (m)</td><td colspan="2">50</td><td colspan="3">100</td></tr><tr><td>口 径 (m)</td><td colspan="2">10~12</td><td colspan="3">15~20</td></tr><tr><td>土 質</td><td colspan="2">大層、高粘土、岩層、混合地盤一制約あり</td><td colspan="3">軟弱土~岩層まで確実に対応</td></tr><tr><td>延 長 (km)</td><td colspan="2">1.5~2.0</td><td colspan="3">3.0~5.0</td></tr><tr><td>施 工 速 度 (m/日)</td><td colspan="2">掘進 9 二次復工 3</td><td colspan="3">10</td></tr><tr><td>自 動 化 の 度</td><td colspan="2">掘 進</td><td colspan="3">掘進から復工まで</td></tr><tr><td>コ ス ト (円)</td><td colspan="2">100</td><td colspan="3">30~50</td></tr></table>		現	在	近	未	来	深 度 (m)	50		100			口 径 (m)	10~12		15~20			土 質	大層、高粘土、岩層、混合地盤一制約あり		軟弱土~岩層まで確実に対応			延 長 (km)	1.5~2.0		3.0~5.0			施 工 速 度 (m/日)	掘進 9 二次復工 3		10			自 動 化 の 度	掘 進		掘進から復工まで			コ ス ト (円)	100		30~50	
	現	在	近	未	来																																														
深 度 (m)	50		100																																																
口 径 (m)	10~12		15~20																																																
土 質	大層、高粘土、岩層、混合地盤一制約あり		軟弱土~岩層まで確実に対応																																																
延 長 (km)	1.5~2.0		3.0~5.0																																																
施 工 速 度 (m/日)	掘進 9 二次復工 3		10																																																
自 動 化 の 度	掘 進		掘進から復工まで																																																
コ ス ト (円)	100		30~50																																																
開 削 工 法	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		・連壁を作る技術としては、深度170 m、厚さ3.2 m まで対応可能だが、現実には立坑を作る場合は、矩形断面で深度50 m 程度が実用深度であろう。 円形断面なら170 m のものも可能である。 実績では深度160 m、厚さ2.6 m、曲り精度35 mm である。 ・ケーソンでは、圧気圧を考えると50 m が限度と考える。	・地中連続壁施工の要素技術は無人化を完了しているが全体技術としては無人化できていない。																																															

質問 各工法における課題	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルではどのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
NATM ①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水圧を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	・構想も色々あるようだが、現実には建設されていくのは河川、鉄道、道路の地下化であろう。	・断面としては、かなり大きなものも建設できるだろうが、必要とする補助工法も含めたコストを考えると、大断面化が経済的に見合うかどうか問題である。	・TSL工法（ベルト型枠を採用した一次覆工方法）を使えば多少の湧水には対処できる。この工法は三重県の道路トンネルで70m区間の試験施工をした。 ・TSL工法は早期の内面閉合をする場合にも、有効なので、土砂地山の施工に適している。
シールド工法 ①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の開発		・口径 $\phi 14.5\text{ m}$ を泥水工法で施工できる。 ・ECL工法を使用すれば地山と覆工が密着するので、大深度に対しても有利であると思う。	・シールド機の耐水圧性能は 10 kg f/cm^2 である。 ・延長は5～6 kmが可能と考える。 ・シールド機の制御に関する無人化はすでに実施している。
開削工法 ①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		・実績では深度35mの立坑を建設したことがある。 ・THEWS工法と逆巻工法を併用すれば50m以上の深度の立坑建設ができると思う。	

ヒアリング調査表 I 社

質問 各工法における課題		(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルではどのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
N A T M シ ー ル ド 工 法 開 削 工 法	①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水圧を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	- 社会問題化している廃棄物（核廃棄物を含む）の処理に、ますます地下が使われると思う。 （その他の話題） - 過去、たくさんの工事が行なわれてきたので地質や地下水に対する情報は、現在でも、すでに多いはずである。 今後、これらを整理、保存して有効に使えるようにするべきではないのか。 - シールド工法では、地盤の変化に即応できるシールド機の開発が必要であろう。	地下水の処理、切羽の安定が計れば断面で、150～200㎡、深度で100m程度までは、現在でも対応できる。	機械化施工では、掘削だけでなく吹付、ズリ搬出等のロボット化も検討すべきである。
	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術	技術開発には、最低10年の期間が必要である。地下空間利用技術も、それくらいの期間を想定して開発して行くべきではないのだろうか。	口径φ16mまでは可能であろう。又、将来は、断面が円形だけでなく、矩形シールドなどの実用化がされて行くであろう。	延長としては、2～3kmは現在でも可能であろう。シールド機の耐久性が向上すれば今後も延長は延びて行くと思う。
	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		- 逆壁掘削では100mが可能であろう。 - ニューマチックケーソン工法では、深度30mの施工をした実績がある。	例挙された課題は自社でも、プロジェクトチームを編成して検討中である。

ヒアリング調査表 J 社

各工法における 課 題	質 問	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルでは、 どのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの 程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？ また、他にも課題があるか？
N A T M	①機械化施工での掘進速度の 向上 ②高い地下水圧を事前に処理 する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術 の開発	・民地の下を主として施工するには、まったく新しい認識が必要なのではないか。 (その他の話題) 検討、設計、施工が有機的につながりを持ち全体として系統立ったものになる必要がある。		・洪積層においても、水の処理さえできれば残りの問題に対しては現状の技術で追従できる。 ・水の排除を考えるなら凍結工法が有効ではないだろうか。 ・都市部においては施工の為に用地確保も問題となる。材料のプレキャスト化、ユニット化が必要となる。自社では吹付材料を袋づめにし省スペースを計った。
シ ー ルド 工 法	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水 圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術 の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の 開発		・次のステップとしては口径$\phi 14\text{m}$が施工可能である。 ・大深度に対しては、土圧のかかり方が未知であるので、それを解明すべきであると思う。	・耐水性能としては、シールド機テールシールドで10kgf/cm^2が現状である。 ・延長は2.5kmくらいまでは、現状の技術で対応可能である。 ・マルチフェースシールド工法はこれから研究を始めるところである。
開 削 工 法	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング 技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン 仮受けする技術の開発		・自社は逆壁については多少後発であるが、現状で深度150m、厚さ2.4mまでは対応できる。	・アンダーピニングでは観測施工が不可欠である。地盤挙動に対する解析精度の向上が先決であると考ええる。

各工法における課題	質問	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルではどのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
N A T M	①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水压を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	・民活により、地下開発を推進するのが良いのではないか？	土地条件、立地条件によって、変わってしまうが、現在既存の補助工法を複合的に組み合わせれば ・150～200 m程度の断面は可能である。 ・50～100 mの深度は、問題がない。	・調査技術をより充実させ地下水の挙動を解明すれば、補助工法を複合的に組み合わせて効率よく地下水に対処できると思う。 ・TBM、削岩機の自動化により施工速度は向上すると考える。
シ ー ル ド 工 法	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水压に対する耐圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術		・ $\phi 16$ mまでの口径は、可能と思う。 ・50～100 mの深度までは施工できるであろう。	・地質条件によって断面形状を変えられる。 ・口径4～5 mクラスのセグメント組立てロボットは、開発している。 ・セグメント組立以外の無人化施工技術は今後の課題である。 ・独自の型のECLを検討中である。
開 削 工 法	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーピニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		・現在では、連壁で深度100～150 mが可能である。また、立坑の構築では、現在深度40～50 mが限度であるが、近い将来70～80 mくらいまでの立坑は構築が可能になると考える。	・無人化施工は、制御技術の発展型として現在検討中である。 ・近接施工では観測施工が不可欠である。数値的な予測解析は今後の課題である。

ヒアリング調査表 L社

質問 各工法における課題	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルでは、どのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
N A T M ①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水压を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	地下街の発展型として地下都市構想なども興味深い。現実としては、まず手の付けられる部分（構築物）が先行するだろう。先行するものとしては、社会的に要求の高い道路、鉄道が、整備の手段として地下に作られるのではない。	現在の技術では、地下水処理に圧気、薬液注入等の補助工法を複合的に組み合わせて使うことにより断面150～200㎡、深度50～100m程度が可能である。	- 都市部では地下水の処理の方法が問題である。水抜工法では、地盤沈下等が発生する危険がある。止水工法を主に考えるべきであると思う。 - 機械化施工は掘進速度の向上ばかりでなく粉塵作業に対する対策としても有効である。
シ ー ル ド 工 法 ①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水压に対する耐水压性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の開発		口径φ16m、深度50～100mが、現在の技術で可能と考える。我社では、3～4年前に海外物件に対して、φ15m、延長1000mの計画をした。これは、河川下の道路トンネルであった。	- 延長は現在、口径φ3.5mで1600mが実績である。将来は3.5kmは可能であろう。 - 完全に無人化を行うのは、現在では難しいが、将来人工知能システムの開発が進めば可能であると考ええる。
開 削 工 法 ①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーパニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		- 現在、要素技術としての逆壁掘削は、深度100mまで可能である。 - 現在の立坑構築技術では、深度50mの立坑、構築が可能である。近未来には、それ以上が可能となるだろう。 - 実績として、直径φ=90m、深度52.6m、容積35万㎔の地下タンクを構築したことがある。	他に課題として思い付くものはない。

ヒアリング調査表 M社

質問 各工法における課題		(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルではどのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？また、他にも課題があるか？
N A T M シ ル ド 工 法 開 削 工 法	①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水圧を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発			・水が問題である。基本的には水の問題は付きまとうであろう。
	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の開発		・口径比効果が解明されていないという問題もあるので段階的に大きな断面が施工されて行くであろう。 ・大深度での土圧の解明が先決。	・切羽の前方調査技術は検討すべき課題だが、現在当社では、この方面の検討は行っていない。 ・大型化すれば無人化（省力化）は重要な課題となるであろう。
	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーパニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		・他社では要索技術として深度150 mまで実験しているようだが、構造系として考えると150 mの立坑が作れるかどうか疑問である。また、現在では、100 m以上の深さの立坑は不必要ではないのか。100 mくらいまでが問題のないところである。 ・ケーソンの場合では、あまり深くなるとケーソンそのものが下らない。50 m程度が実用深度ではないかと思う。	・現実の構造系として考える場合、縦方向の中壁工法なども検討してみる価値があるのではないか。

ヒアリング調査表 N社

各工法における 課題	質 問	(A) 現在の技術レベル、近未来の技術レベルでは、 どのような地下空間の利用が考えられるか？	(B) 都市部では、現在、または近未来においてどの 程度の断面積、深度まで施工可能か？	(C) 都市部での各工法の課題に対する対処は？ また、他にも課題があるか？
N A T M	①機械化施工での掘進速度の向上 ②高い地下水圧を事前に処理する技術の開発 ③周辺地山安定化技術の向上 ④経済的な地盤安定処理技術の開発	- 基本的に地上にはどうしても設置することのできないものだけが地下に設置されるだろう。 - 深度によって地下を利用する施設は異ってくる。例えば50mくらいの深度で民家の下に地下鉄を通すと、その民家での騒音は標準値以下ではあるが、音は聞える。この標準値以下の音が感情的に問題となる可能性がある。だから地下鉄を民家の下に通すなら50mより深くしなければならない。 - 地下空間へのアクセスも問題である。 - 都市NATMでは安全性に対する議論が発生する。設計体系の確立されていないNATMでは裁判の時に不利である。		- 札幌での施工では補助工法によりトータルコストが、シールド工法と同じくらいになった。トータルコストを考えて工法を検討するべきである。 - 土質調査ボーリングの信頼性が低いので問題を事前に予測できない。 - 水さえ抜ければ洪積層でも問題はない。
シ ー ル ド 工 法	①超大断面シールドの開発 ②掘進延長の長大化 ③無人化施工技術の向上 ④高い地下水圧に対する耐水圧性 ⑤経済的な地盤安定処理技術の開発 ⑥切羽前方の地盤調査技術の開発		- 口径ϕ16mまでは現在の技術で可能と考える。 - 拡大シールド工法を応用すれば楕円の断面も可能であり、無駄の少ない断面を構築できる。	- 現在電磁波を使って余掘り量を測定する技術は確立しているが、前方数十mの探査をする技術はない。 - 独自の型のECLを開発した。
開 削 工 法	①水中施工技術の開発 ②無人化施工技術の開発 ③経済的なアンダーパニング技術の開発 ④路面、埋設物等を大スパン仮受けする技術の開発		- 連壁では、深度150mまでの実験をしている。その施工における無人化は、コンピューターによって行なっているが、完全なる無人化ではなく、人間の介在も必要である。 - 大深度になると泥水濃度の均一化が必要であり、そのことから150mが現在の技術で可能な深度ではないか。 - 今後、縦型シールド検討の必要があると思う。	- 連壁では、コンピューターにより無人化に近い形をすでに実現しているが、完全無人化はまだ先になるであろう。 - ケーソンでは大深度になると高圧気の問題が生じるので大深度では、むしろオープンで施工した方がよいと思う。

地下空間利用の現状に関する
調査報告書

ISSN 0386-5878
土研資料第2666号
昭和63年9月(1988)

水谷 敏則 真下 英人
吉本 俊裕 井出 康郎

要 旨

本報告書は、土木施設としての地下空間の利用に関して文献等による実態調査を行い、地下空間の利用状況を施設の利用目的、規模、深度、施工法等の面から整理するとともに、ヒアリング等の調査により、地下利用技術の現状を把握して今後の地下利用に必要な技術的検討課題を抽出し、その結果をとりまとめたものである。

キーワード：地下空間，利用実態，NATM，シールド，開削工法



郵便はがき

四十円切手
をはって下
さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

トンネル研究室 御中

No. 088

No. 088

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2666号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印