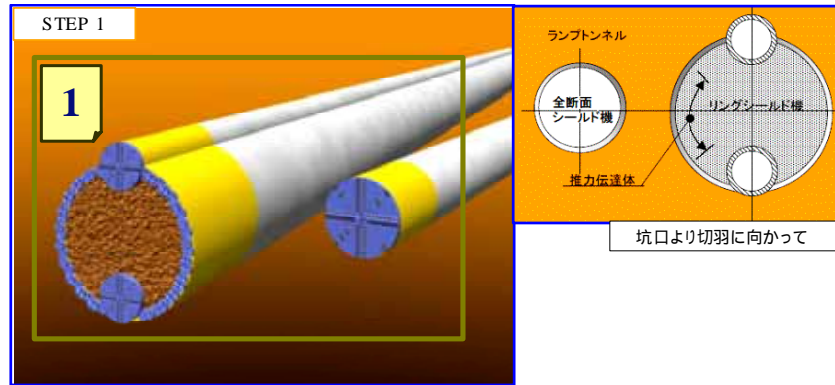


工法名称	SR-JP 工法 (Shield Roof Pre-supporting System for junction as Permanent structure) 特願 2006 - 37921、特願 2006 - 070530		備考
概略工期	(提出企業の要望により非公開)		
概算工費	施工条件等が不確定であり、それに伴う選択肢が多岐にわたるため、現時点での概算工事費の算出は差し控えさせていただきます。		
これまでに要した技術開発費	(提出企業の要望により非公開)		
今後要する技術開発費	(提出企業の要望により非公開)		
技術開発体制について	外かく環状道路のような、大規模プロジェクトに関しては、効果的、効率的な技術開発の推進のために、施工・設計条件などの情報をできるだけ速やかに公開していただくようお願いいたします。		
連絡先	清水建設株式会社 土木技術本部技術開発部 電話 (03) 5441-0518 担当 上原 (uehara.y@shimz.co.jp)		

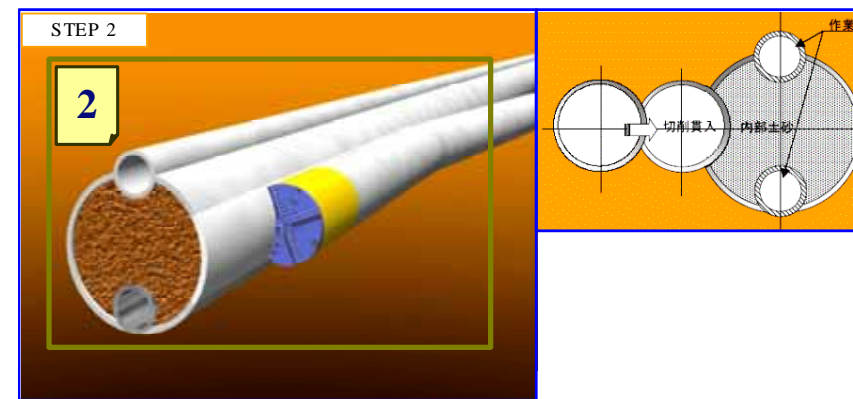
調査項目	内容	備考
工法名称	GSE リング工法 (Geo Solar Eclipse Ring Method) (特願 2003-386447 号)	
工法概要	<p>< GSE リング工法の概要 ></p> <p>GSE リング工法は、リング状の一体シールド機でトンネル外殻覆工部のみを一括掘削して覆工体を構築した後に、内空部分の地山土砂を掘削しトンネルを完成させるリングシールド工法を生かした工法です。</p> <p>まず、2つの作業坑部を上下に配置したリングシールド機で、リング部の一部を切削可能材料(無筋コンクリート等)とした本線トンネル用外殻先行覆工体の構築を行います。続いて、ランプトンネルシールド機がこの本線トンネル覆工体を直接切削し、本線トンネル断面にランプトンネル断面を重ねるように貫入して到達します。到達完了後、本線トンネルの内部土砂を掘削するとともに、本線トンネル及びランプトンネルの交差する一次覆工セグメントを撤去して、新たに両トンネルを接続する連結覆工体及び底板等を構築して分岐・合流部を完成させます。</p> <p>< GSE リング工法の特徴 ></p> <p>GSE リング工法は以下の特徴を有します。</p> <p>ランプシールド切削貫入時の本線内部補強や止水改良などが不要であり、補助工法の軽減が可能である。</p> <p>本線トンネル掘進とランプシールド貫入作業などの同時施工が可能である。</p> <p>切削可能推力伝達体を使用することで、ランプトンネルは通常型のシールドマシンで施工できる。</p> <p>補助工法の軽減や安価な推力伝達体を使用することで、工事費の縮減が図れる。</p> <p>所要道路線形に対し無駄の少ない空間断面が構築でき、事業用地幅も少なくすむ。</p> <p>< リングランプシールド工法 ></p> <p>ご紹介した GSE リング工法は、本線トンネルをリングシールド工法にて施工した場合のものです。</p> <p>以下にランプトンネルをリングシールド工法で施工する場合の「リングランプシールド工法」を示します。</p> <p>施工ステップが多少異なりますが、完成形は GSE リング工法と同一となり、セグメント等の諸元も同一となります。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div data-bbox="510 1556 1020 1906"> </div> <div data-bbox="1092 1549 1596 1885"> </div> <div data-bbox="1970 1570 2469 1906"> </div> </div>	

概略施工計画
(施工ステップ)



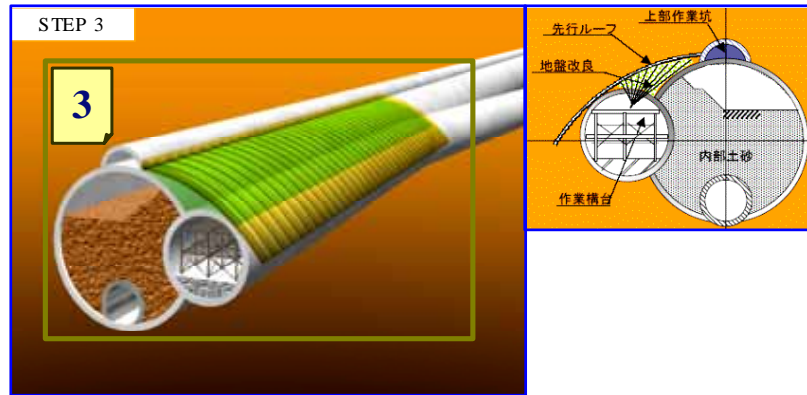
ステップ 1

- ・本線トンネルをリングシールド機にて掘進します。
- ・分岐合流部は切削可能材料にて推力伝達体を構築します。



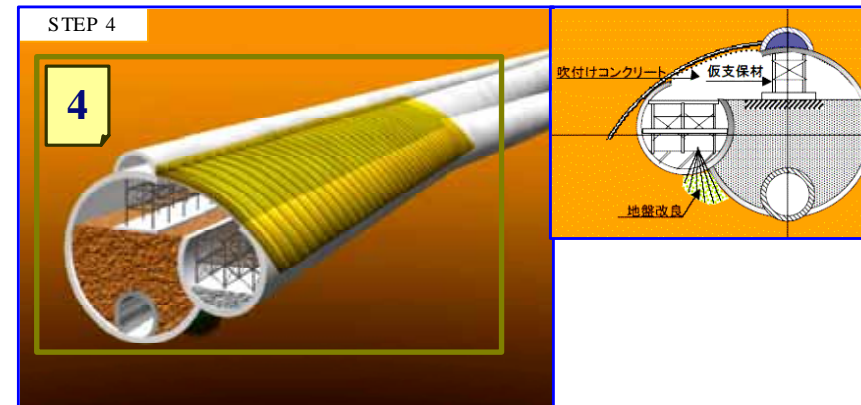
ステップ 2

- ・リングシールドトンネル内部土砂は残存した状態で、ランプトンネル用の全断面シールド機が本線トンネルへ切削貫入します。



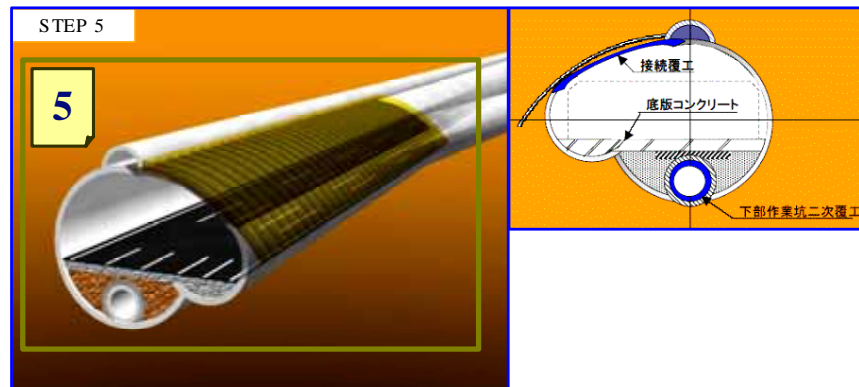
ステップ 3

- ・リングシールドトンネル上部作業坑より、曲がり鋼管推進工法にて曲線パイプルーフを構築します。
- ・本線セグメントを閉合し、上部作業坑を閉塞充填します。
- ・リングシールド内部土砂の上半部を掘削するランプトンネル内に作業構台を設置します。



ステップ 4

- ・本線トンネル上部に仮支保材を設置し、本線トンネルおよびランプトンネルのセグメントを撤去します。
- ・背面地山を掘削し、吹付けコンクリートを施工します。
- ・底部セグメント交差部の背面地山に地盤改良を行います。



ステップ 5

- ・本線トンネルとランプトンネルを接続する覆工を構築します。
- ・内部土砂を掘削し、底板コンクリートを構築します。
- ・下部作業坑の二次覆工を行い、非難通路等を構築します。



ステップ 6

- ・設備工事等完了後供用開始します。

概略施工計画
(要素技術等)

< GSE リング工法の要素技術 >

GSE リング工法が成立するためには、いくつかの重要な要素技術があり、その主なものを以下に示します。

リングシールド工法（特許：第 2879101 号、第 3416758 号、第 2840732 号 その他）

- ・シールド掘削断面が小さいため、地山の安定効果が高く、地表へ与える影響が小さい。
- ・外殻覆工部だけシールド掘削するため、産廃土量の減少が図れる。内部地山は普通土として扱える。
- ・外殻覆工部だけシールド掘削するため、設備の軽減化や地上設備ヤードの縮小が図れる。
- ・従来の全断面シールド工法と比較すると、シールド機の低廉化や残土処理費減少から、工事費の縮減が期待できる。

切削可能推力伝達体

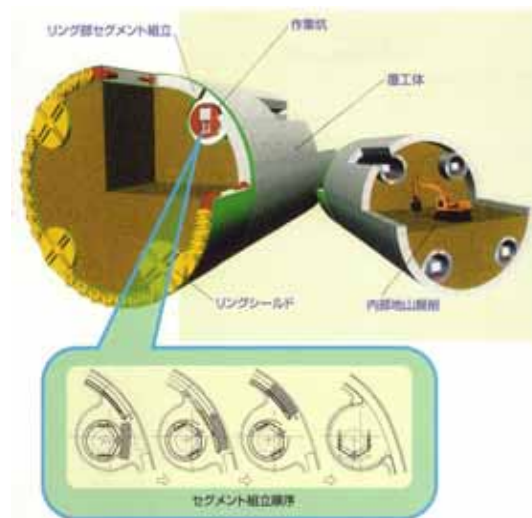
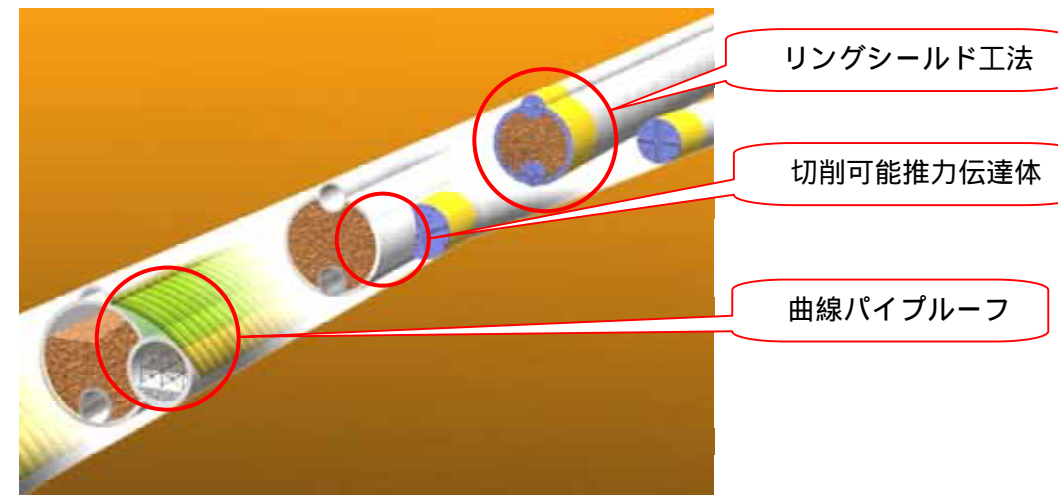
ランプ部の構築は、後行のランプ部用シールドトンネルで本線シールドトンネルの「切削可能推力伝達体」を切削して行います。この本線トンネル切削は、本線トンネル内部に地山が残っている状態で行います。

この状態では本線トンネル覆工体は、内外の地山に支持されているため、土水圧による断面力は発生しません。したがって、切削位置の覆工体は、切削性、経済性を考慮して、シールドジャッキ推力に耐えうる強度を有した無筋コンクリートあるいは鋼繊維補強コンクリート製の切削可能推力伝達体を使用します。

曲線パイプルーフ

本線シールドとランプシールドを閉合する場合の応力材としての機能を有します。

曲線パイプルーフの施工により、本線トンネルおよびランプトンネルのセグメント撤去や、背面地山の掘削・吹付けコンクリートの施工が可能となります。

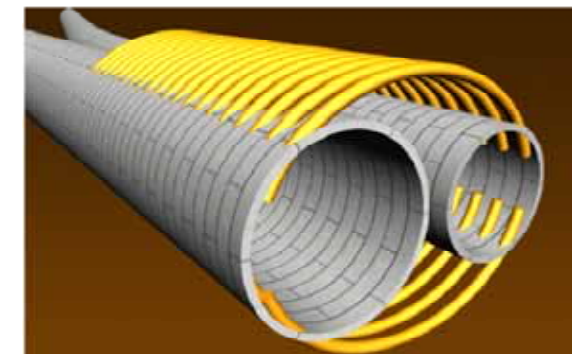


< リングシールド工法の概念図 >

作用荷重はシールドジャッキによる推力、吊り下げ時の自重のみであるため、高強度は必要としない。

種類	強度	切削性	経済性	適用性
鉄筋コンクリート	◎	×	△	×
鋼	◎	×	△	×
無筋コンクリート	○	○	○	○
鋼繊維コンクリート	○	○	○	○

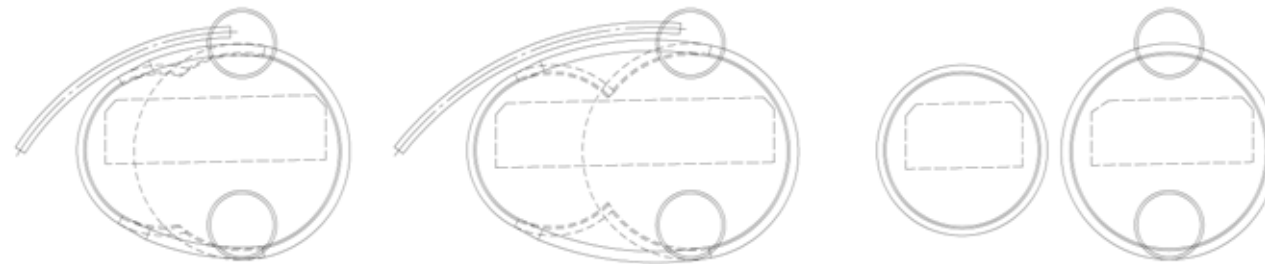
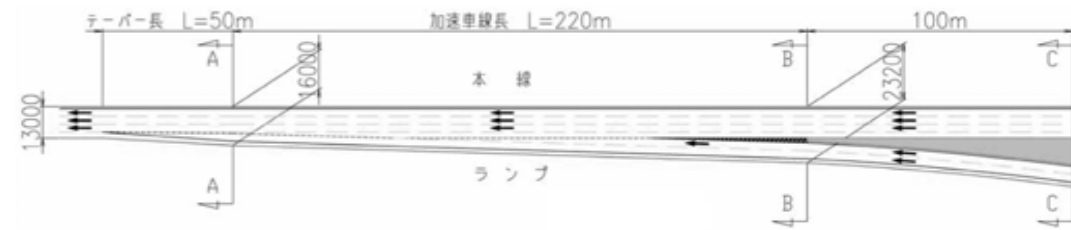
< 切削可能推力伝達体の材料比較例 >



< 曲線パイプルーフの概念図 >

< 構造モデル >

GSE リング工法の断面概要を以下に示します。



A-A断面

B-B断面

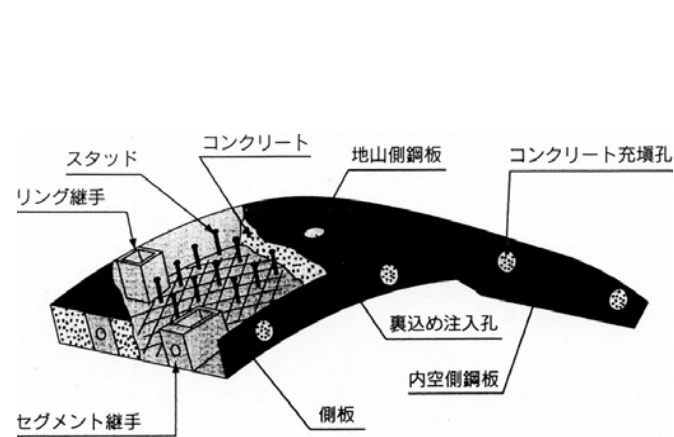
C-C断面

完成時の構造は、過去に行った試計算の結果、下図のような全面鋼板型合成セグメント構造で、部材厚さを位置ごとに变化させるものとした。

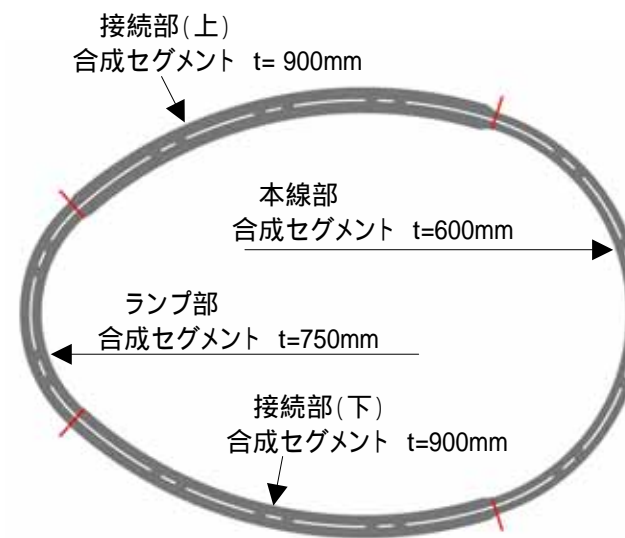
試計算におけるシールド上部鉛直荷重よりも、今回調査の条件による荷重の方が小さいため、同様な構造で問題ないと判断する。

構造計算は、平面骨組み解析モデル（フレーム計算）にて断面力を算出し、発生する応力度が許容応力度内であることを確認する方法で行った。

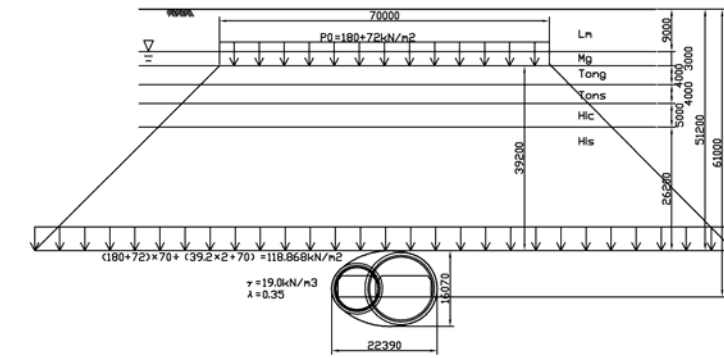
概略構造



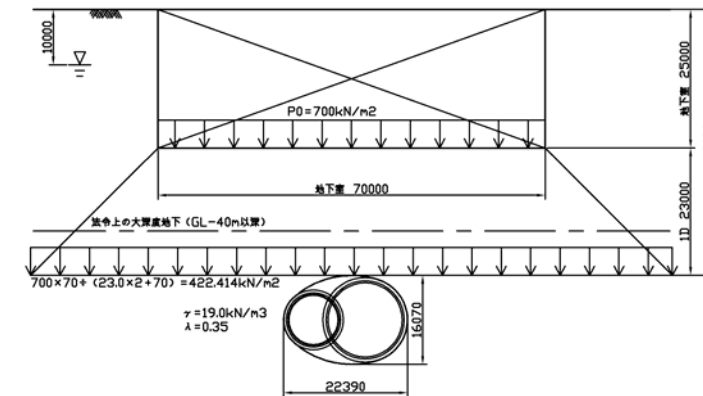
合成セグメント概要図



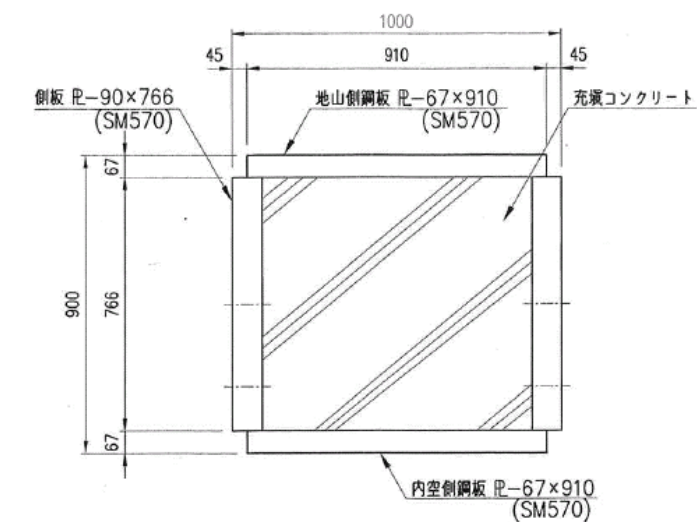
完成時全体構造概要図







調査票の荷重条件




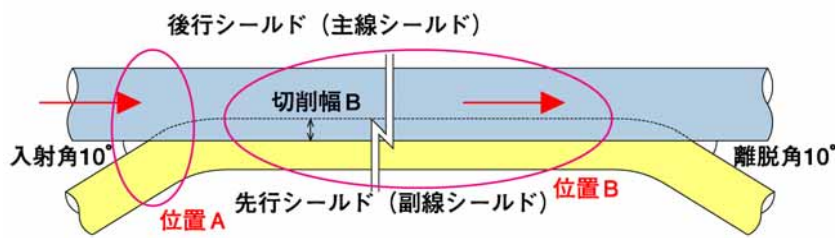
試設計の荷重条件



本線部合成セグメント断面図

<p>開発段階</p>	<p>< 各種要素実験等 ></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>模型掘削実験状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>X線可視化実験</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>■ 実大組立実験</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>■ 本体およびセグメント継手曲げ試験</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>■ リング継手せん断試験</p>  </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">合成セグメントを用いた覆工の性能実験</p> <p>今後の検討課題</p> <p>リングシールド工法の開発では、大型模型掘削実験や合成セグメントの実大組立実験、載荷試験が実施され、その施工性、信頼性に関して確認が終了している。分岐合流部への適用に当たり、以下の課題の検討が予定されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> セグメント・リング継手の改良 内部掘削・トンネル接続工での施工時仮設支保工等の検討 実施工による知見を得るための、パイロット工事等への採用 		<p>実現可能時期</p>	<p>2010 年</p>	
	<p>環境条件</p>	<p>周辺地盤への影響</p>	<p>検討していません。</p>		
	<p>地下水への影響</p>	<p>検討していません。</p>			

工法名称	GSE リング工法 (Geo Solar Eclipse Ring Method) (特願 2003-386447 号)		備考																																																																																																																																																																																																																																																										
概略工期	<GSE リング工法> 全体工期：65 ヶ月		<ランプリングシールド工法> 全体工期：60 ヶ月																																																																																																																																																																																																																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>工種</th> <th>月数 ヶ月</th> <th>10</th> <th>20</th> <th>30</th> <th>40</th> <th>50</th> <th>60</th> <th>70</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 ランプシールド一次覆工</td><td>4.5</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 地盤改良工</td><td>6.0</td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3 曲線パイプルーフ工</td><td>12.0</td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4 凍結工</td><td>6.0</td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>5 作業坑内部工</td><td>6.0</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6 内部地山掘削・支保工</td><td>17.0</td><td></td><td>■</td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>7 セグメント撤去工</td><td>7.0</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8 掘削・吹付コン工</td><td>3.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9 頂部接続覆土工</td><td>9.0</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td></td></tr> <tr><td>10 底版工</td><td>12.0</td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>11 中間壁工</td><td>5.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12 路下構築工</td><td>5.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td></tr> </tbody> </table>	工種	月数 ヶ月	10	20	30	40	50	60	70	1 ランプシールド一次覆工	4.5	■							2 地盤改良工	6.0		■						3 曲線パイプルーフ工	12.0		■	■					4 凍結工	6.0			■	■	■	■	■	5 作業坑内部工	6.0				■	■			6 内部地山掘削・支保工	17.0		■		■	■	■	■	7 セグメント撤去工	7.0				■	■			8 掘削・吹付コン工	3.0					■			9 頂部接続覆土工	9.0				■	■	■		10 底版工	12.0		■				■	■	11 中間壁工	5.0					■			12 路下構築工	5.0						■	■	<table border="1"> <thead> <tr> <th>工種</th> <th>月数 ヶ月</th> <th>10</th> <th>20</th> <th>30</th> <th>40</th> <th>50</th> <th>60</th> <th>70</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 ランプシールド一次覆工 (一般部)</td><td>4.5</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 ランプシールド一次覆工 (離隔部)</td><td>1.5</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3 曲線パイプルーフ工</td><td>12.0</td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4 本線トンネル一次覆工</td><td>5.8</td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>5 本線トンネル補強工</td><td>5.8</td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>6 接続箇所地盤改良</td><td>6.0</td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>7 ランプシールド内部掘削</td><td>7.0</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8 ランプシールド補強工</td><td>7.0</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9 地盤改良工</td><td>17.0</td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>10 上半掘削、支保工撤去、ロックボルト</td><td>18.0</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>11 上半本覆工</td><td>18.0</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>12 下半掘削、支保工撤去</td><td>18.0</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>13 下半本覆工</td><td>18.0</td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>14 床版工</td><td>4.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td></tr> </tbody> </table>	工種	月数 ヶ月	10	20	30	40	50	60	70	1 ランプシールド一次覆工 (一般部)	4.5	■							2 ランプシールド一次覆工 (離隔部)	1.5	■							3 曲線パイプルーフ工	12.0		■	■					4 本線トンネル一次覆工	5.8		■	■	■	■	■	■	5 本線トンネル補強工	5.8			■	■	■	■	■	6 接続箇所地盤改良	6.0			■	■	■	■	■	7 ランプシールド内部掘削	7.0				■	■			8 ランプシールド補強工	7.0				■	■			9 地盤改良工	17.0		■	■	■	■	■	■	10 上半掘削、支保工撤去、ロックボルト	18.0				■	■	■	■	11 上半本覆工	18.0				■	■	■	■	12 下半掘削、支保工撤去	18.0				■	■	■	■	13 下半本覆工	18.0				■	■	■	■	14 床版工	4.0						■
工種	月数 ヶ月	10	20	30	40	50	60	70																																																																																																																																																																																																																																																					
1 ランプシールド一次覆工	4.5	■																																																																																																																																																																																																																																																											
2 地盤改良工	6.0		■																																																																																																																																																																																																																																																										
3 曲線パイプルーフ工	12.0		■	■																																																																																																																																																																																																																																																									
4 凍結工	6.0			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
5 作業坑内部工	6.0				■	■																																																																																																																																																																																																																																																							
6 内部地山掘削・支保工	17.0		■		■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
7 セグメント撤去工	7.0				■	■																																																																																																																																																																																																																																																							
8 掘削・吹付コン工	3.0					■																																																																																																																																																																																																																																																							
9 頂部接続覆土工	9.0				■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																						
10 底版工	12.0		■				■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
11 中間壁工	5.0					■																																																																																																																																																																																																																																																							
12 路下構築工	5.0						■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
工種	月数 ヶ月	10	20	30	40	50	60	70																																																																																																																																																																																																																																																					
1 ランプシールド一次覆工 (一般部)	4.5	■																																																																																																																																																																																																																																																											
2 ランプシールド一次覆工 (離隔部)	1.5	■																																																																																																																																																																																																																																																											
3 曲線パイプルーフ工	12.0		■	■																																																																																																																																																																																																																																																									
4 本線トンネル一次覆工	5.8		■	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
5 本線トンネル補強工	5.8			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
6 接続箇所地盤改良	6.0			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
7 ランプシールド内部掘削	7.0				■	■																																																																																																																																																																																																																																																							
8 ランプシールド補強工	7.0				■	■																																																																																																																																																																																																																																																							
9 地盤改良工	17.0		■	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
10 上半掘削、支保工撤去、ロックボルト	18.0				■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
11 上半本覆工	18.0				■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
12 下半掘削、支保工撤去	18.0				■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
13 下半本覆工	18.0				■	■	■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
14 床版工	4.0						■	■																																																																																																																																																																																																																																																					
概算工費	GSE リング工法の工事費 (本線トンネルをリングシールド工法にて施工) ランプ延長 370m とした場合の、本線・ランプを含む直接工事費		<table border="1"> <thead> <tr> <th>工種</th> <th>金額 (円/式)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 ランプシールド一次覆工</td><td>4,427,000,000</td></tr> <tr><td>2 地盤改良工</td><td>715,000,000</td></tr> <tr><td>3 曲線パイプルーフ工</td><td>2,666,000,000</td></tr> <tr><td>4 凍結工</td><td>2,431,000,000</td></tr> <tr><td>5 作業坑内部工</td><td>300,000,000</td></tr> <tr><td>6 内部地山掘削・支保工</td><td>745,000,000</td></tr> <tr><td>7 セグメント撤去工</td><td>95,000,000</td></tr> <tr><td>8 掘削・吹付コン工</td><td>152,000,000</td></tr> <tr><td>9 接続および覆工補強工</td><td>20,868,000,000</td></tr> <tr><td>10 底版工</td><td>366,000,000</td></tr> <tr><td>11 中間壁工</td><td>46,000,000</td></tr> <tr><td>12 路下構築工</td><td>436,000,000</td></tr> <tr><td>合計</td><td>33,247,000,000</td></tr> <tr><td>本線シールド直工費</td><td>6,136,000,000</td></tr> </tbody> </table>	工種	金額 (円/式)	1 ランプシールド一次覆工	4,427,000,000	2 地盤改良工	715,000,000	3 曲線パイプルーフ工	2,666,000,000	4 凍結工	2,431,000,000	5 作業坑内部工	300,000,000	6 内部地山掘削・支保工	745,000,000	7 セグメント撤去工	95,000,000	8 掘削・吹付コン工	152,000,000	9 接続および覆工補強工	20,868,000,000	10 底版工	366,000,000	11 中間壁工	46,000,000	12 路下構築工	436,000,000	合計	33,247,000,000	本線シールド直工費	6,136,000,000																																																																																																																																																																																																																												
工種	金額 (円/式)																																																																																																																																																																																																																																																												
1 ランプシールド一次覆工	4,427,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
2 地盤改良工	715,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
3 曲線パイプルーフ工	2,666,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
4 凍結工	2,431,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
5 作業坑内部工	300,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
6 内部地山掘削・支保工	745,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
7 セグメント撤去工	95,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
8 掘削・吹付コン工	152,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
9 接続および覆工補強工	20,868,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
10 底版工	366,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
11 中間壁工	46,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
12 路下構築工	436,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
合計	33,247,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
本線シールド直工費	6,136,000,000																																																																																																																																																																																																																																																												
これまでに要した 技術開発費	6 億円																																																																																																																																																																																																																																																												
今後要する 技術開発費	2 億円																																																																																																																																																																																																																																																												
技術開発体制 について	発注側とリングシールド工法研究会との共同研究を希望します。 リングシールド工法研究会 五洋建設株式会社 三井住友建設株式会社 株式会社 銭 高 組 東急建設株式会社 日本国土開発株式会社 株式会社 不動テトラ																																																																																																																																																																																																																																																												
連絡先	(株)銭高組 技術本部 井田 隆久 TEL:03-5323-3861 E-mail:ida_takahisa@zenitaka.co.jp																																																																																																																																																																																																																																																												

調査項目	内容	備考
工法名称	FAST 工法	
工法概要	<p>FAST (Free Access Shield Tunnel) 工法は、先行するシールドトンネルの覆工の一部に、シールドのカッタビットで切削可能なFFUセグメントを組み込み、後行シールド機で直接切削して2本のシールドトンネルを非開削で連結し、地中での接合を可能とする工法です。</p> <p>【特長】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・先行シールドに対して後行トンネルが斜めに合流するので専有する面積を小さくすることができます。 ・構造幅も必要に応じて、合理的な覆工構造とすることが出来ます ・FFUセグメントの採用により凍結などの補助工法を最小限にできるので経済性に優れています。 ・必要最小限の合理的な断面で掘削土量を低減できるほか、切削時の騒音、振動も通常地盤の掘削時と同等です。 	
概略施工計画	<p>施工手順</p> <p>FFUセグメントの力学的性能及び施工性</p> <p>FFUセグメントは一般的なセグメントと同等な精度で製作及び組み立てが可能です。部材及び接合部も一般的なセグメントと同等以上の耐力を有しています。</p>  <p>FFUセグメントの切削性</p> <p>FFUセグメントは通常のシールドマシンのカッタビットでトンネル軸方向及び斜め方向へ容易に切削可能で、切削時の騒音・振動も発生しません。</p>  <p>切削実験概要</p> 	

調査項目	内容	備考
------	----	----

1. 荷重条件
 換算 N 値 280 以上の砂であるため、アーチング効果を期待でき、緩み高さを 1B₀ (B₀:トンネル横
 外寸法)「大深度地下使用指針、2000.6.」とする。
 ノーズ区間に見通しが利く範囲で鋼管柱を設置すれば覆工の合理化が図れる。

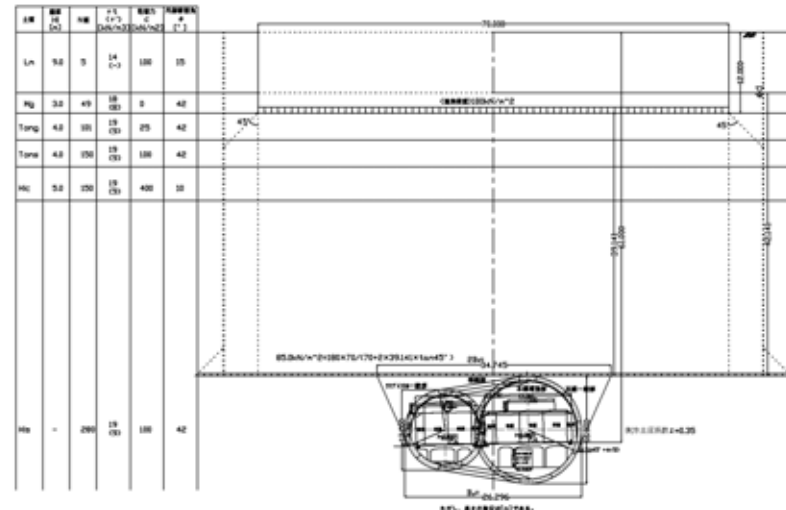


図 1 荷重条件図(B-B 断面)

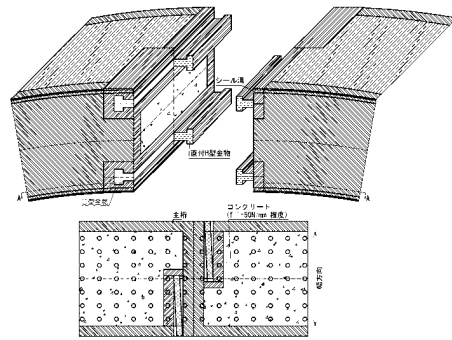


図 2 一般部直付式水平コッター-嵌合図

2. トンネル構造
 トンネル構造は、断面、建物荷重に応じて表 1 に示す仕様を選定する。

適用条件	断面C-C(全建築限界幅25.6m)、支持層への10F建物荷重180kN/m ²	断面B-B(全建築限界幅22.3m)、支持層への4F建物荷重72kN/m ²	
部材位置	本線	ランプトンネル	接続部
主断面	4もしくは6面鋼殻にコンクリートを充填したプレキャストの合成セグメント(図2) 主桁厚:首都高新宿線の鋼製セグメントの実績値90mm 引張鋼材比上限:0.07(コンクリート示方書[構造性能照査編]の鉄骨鉄筋コンクリートで規定する脆性破壊しない値)	外・内鋼板にジベルを溶植した4もしくは6面体の鋼殻を仮設として組んだ後に、高流動コンクリートを打設して合成構造とする。	鋼製セグメント RC造
セグメント(横断方向)継手	直付式水平コッター 引張鋼材比上限:0.07(主断面と同じ根拠)	後挿入式(図3)	シヤコネクおよび鉄筋の定着
リング(縦断方向)継手	ワタチ式	短ボルトもしくはワタチ式	配力筋

3. 試設計結果
 全断面有効として許容応力度設計法に拠り算定した主断面、セグメント継手の耐力の M,N 相関図を図 3 に、曲げモーメント図を図 5 に、構造図を図 6 に示す。

区間	本線一般	本線補強	接続	ランプ一般	根拠
セグメント幅	B [m]	1			
セグメント厚さ	h [mm]	0.650	0.850	1.200	0.800
セグメントの単位長重量	g [kN/m/Ring]	25.12	32.86	46.40	30.93
曲げ剛性の有効率		0.9			
鋼材強度		SM570			
鋼材のヤング係数	E _s [kN/mm ²]	210			
主桁厚	t _r [mm]	90	90	90	90
鋼殻厚	t _s [mm]	48	63	89	59
コンクリート設計基準強度特性値	f _{ck} [N/mm ²]	50			
図心軸まわりの断面2次モーメント(鋼材換算)	I _s [m ⁴ /Ring]	0.0101	0.0227	0.0638	0.0189
全断面有効鋼換算断面積	A [m ² /Ring]	0.2173	0.2842	0.4014	0.2675
法線方向受働側地盤反力係数	k _{rc} [kN/m ³]	50000			
法線方向主動側地盤反力係数	k _{rt} [kN/m ³]	0.01			
接線方向地盤反力係数	k [kN/m ³]	100			
法線方向地盤反力が主動側の節点での接線方向地盤反力係数	[kN/m ³]	0			
はり要素		円弧区間:円弧はり 直線区間:直線はり			

「東京都交通局」基準に拠る修正慣用計算法では合成セグメント(短ボルト継手)の場合 =0.8だが、厚を低減するため水平コッター2段にする等で曲げ剛性を高め鋼製セグメントでの値0.9とした。(試験等に拠る検証が必要。)

「トンネル標準示方書[シールド工法編]、2006.」
 安全側の観点から0としたいが解析上最小限の
 「鉄道構造物等設計標準シールドトンネル、1997.」に拠ると(0~1/3)k_{rc}であり安全側の観点から0としたいが、回転しない解析上の最低値。

断面力解析コード:任意断面シールドトンネル解析システム Moleman2 Ver1.2

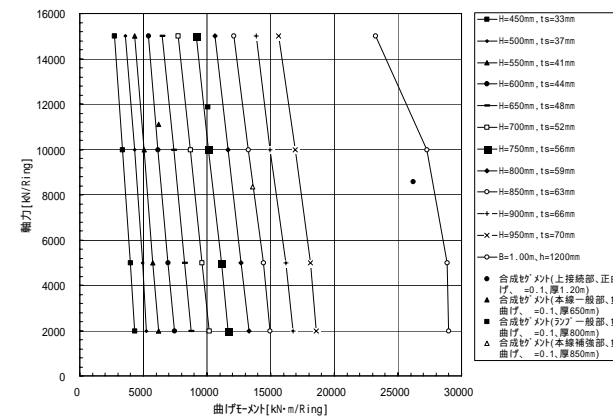


図 3 合成構造主断面耐力 M,N 相関図

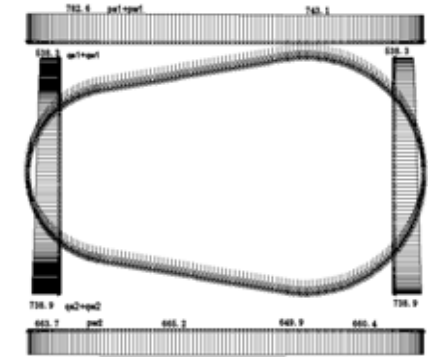


図 4 合成荷重図[kN/m/Ring]

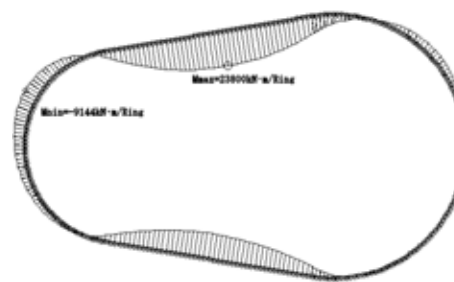


図 5 曲げモーメント図

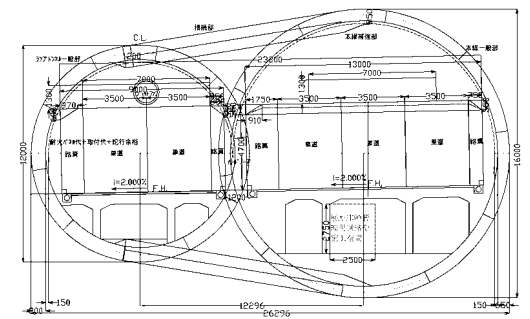
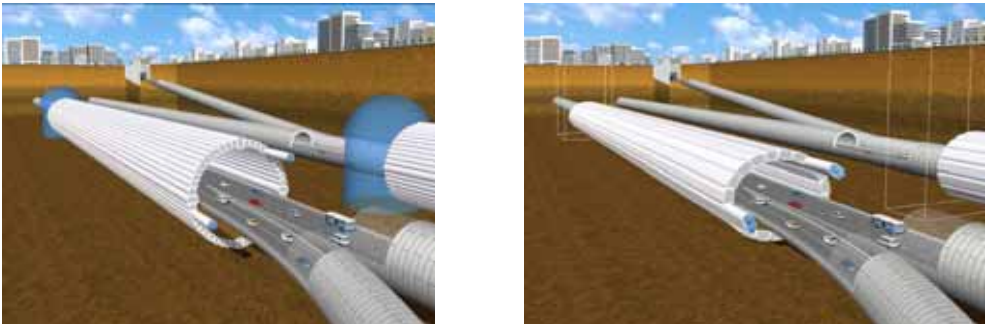
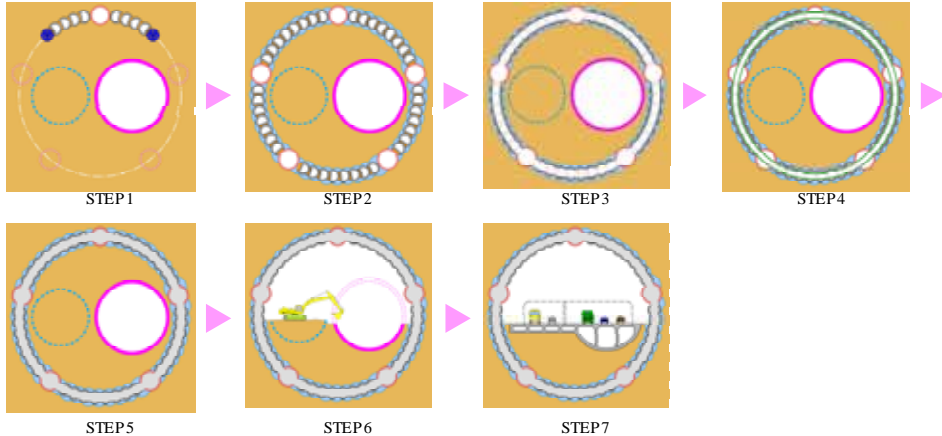
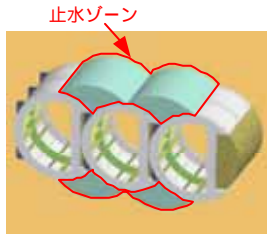
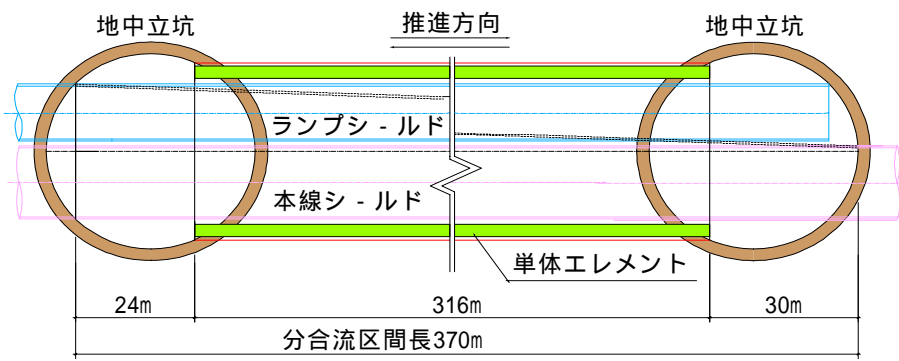
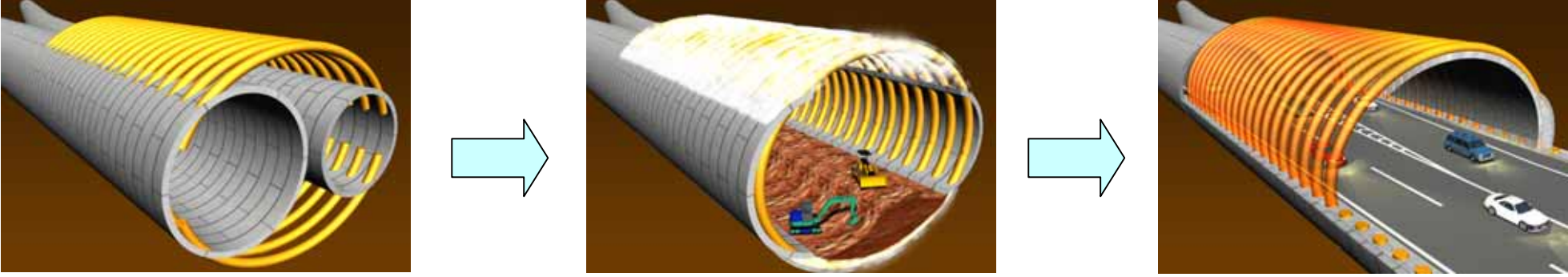
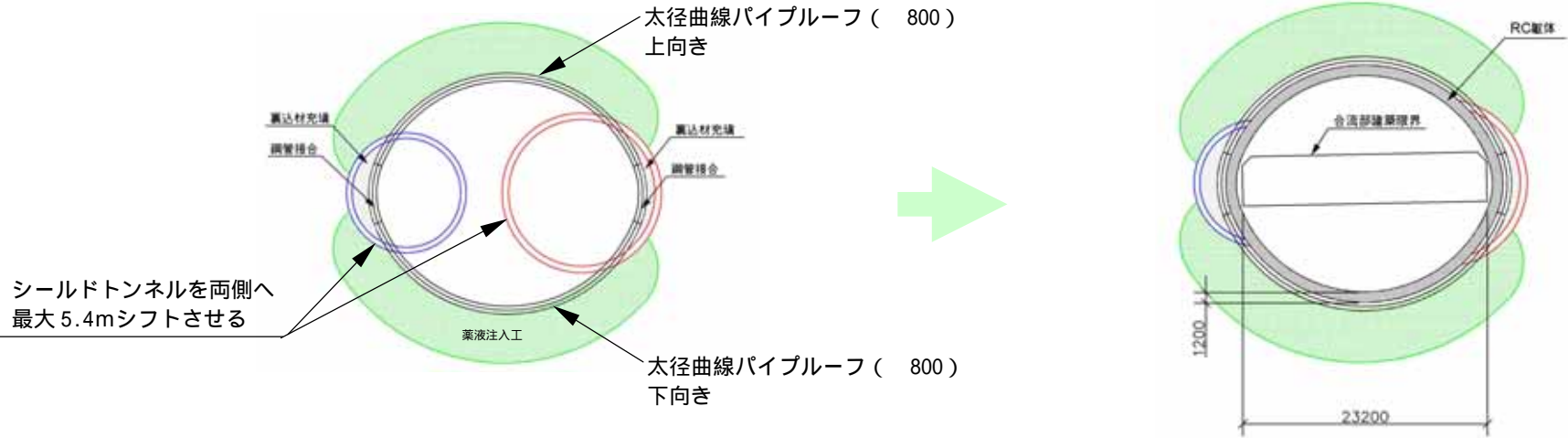


図 6 拡幅部横断図(断面 B-B)

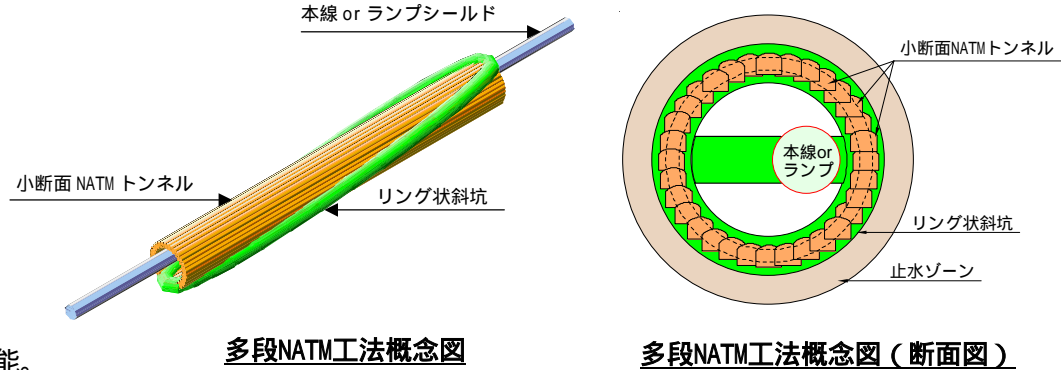
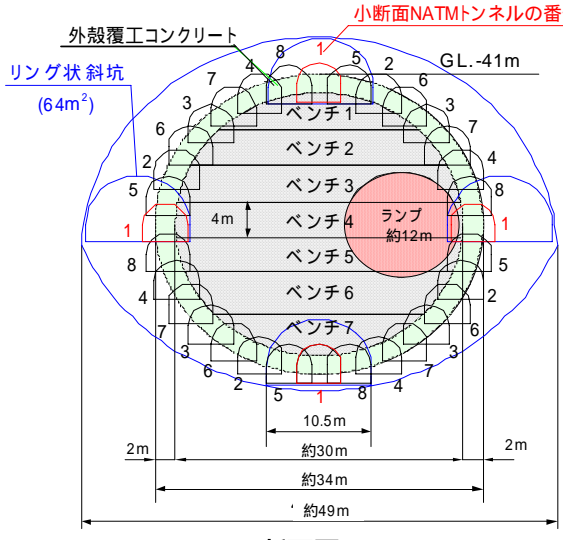
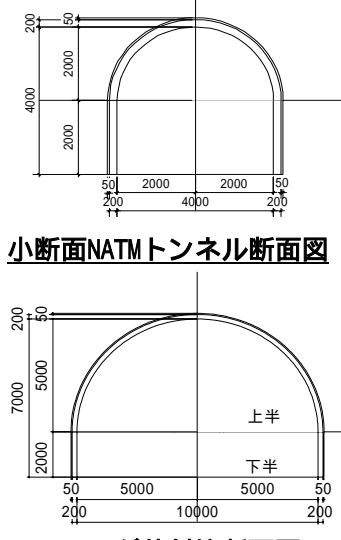
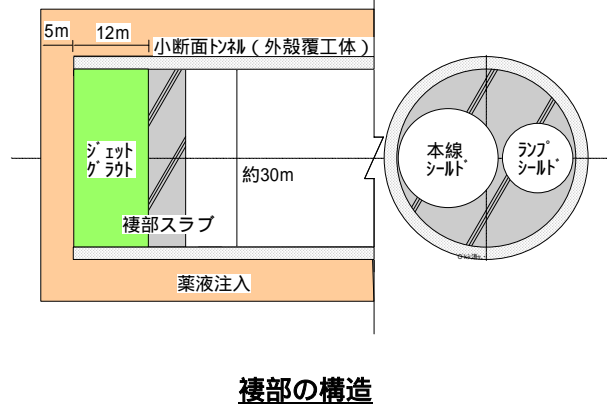
開発段階	施工法については、実証実験で確認済み。(国土技術開発センター、建設技術審査証明:技審証第 16 号) 合成セグメントについては検証が必要		実現可能時期	着手 1 年後に可能
	環境条件	周辺地盤への影響 未検討		
	地下水への影響 未検討			

調査項目	内 容		備 考
工法名称	大深度プレシエル工法		
工法概要	<p>大深度プレシエル工法は、トンネル掘削に先行して外殻を構築する外殻先行覆工工法である。トンネル外殻に沿って複数の小断面エレメントをラップさせながら掘進し、各エレメントを地中で接続・一体化して外殻覆工を構築後、内部を掘削して分岐・合流部を構築する。小断面エレメントの集積による外殻覆工は断面設定の自由度が高く地下連絡通路等の小断面トンネルから鉄道断面あるいは道路での分岐合流部の大断面まで広く適応可能である。</p> <p>本工法の主な特長は以下の通り。</p> <p>発進立坑部以外での薬液注入が不要。</p> <p>外殻覆工を本体利用できる。</p> <p>高剛性の外殻覆工体を先行構築するため、沈下を抑制することができる。</p>		 <p style="text-align: center;">外殻覆工円形（欠円形エレメント） 外殻覆工楕円形（小判型エレメント）</p> <p style="text-align: center;">大深度プレシエル工法概念図</p>
概略施工計画	<p>施工手順は下記の通り。</p> <p>STEP0 施工区間の両端に発進・到達立坑を構築する。</p> <p>STEP1 立坑より所定数のエレメント推進を行う。</p> <p>STEP2 欠円形エレメントの継手部の止水を行う。</p> <p>STEP3 エレメント間を接続するため、エレメントラップ部のスキンプレート を撤去し連通させる。</p> <p>STEP4 エレメント内部に鉄筋等の応力材を設置する。</p> <p>STEP5 エレメント内部にコンクリートを充填し、外殻覆工体を形成する。</p> <p>STEP6 汎用掘削機により内部掘削を行う。</p> <p>STEP7 床版等の内部構築を行って完成する。</p>		 <p style="text-align: center;">施工手順図</p>  <p style="text-align: center;">継手部の止水</p>
概略構造	<p>試設計に基づき設定した概略横断面図を下記に示す。外殻覆工円形（欠円形エレメント）の場合、単体エレメントの寸法は 2.7m、外殻覆工体の厚さは 1.8m、外殻覆工楕円形（小判形エレメント）の場合、単体エレメントの寸法は 3.27m x 5.67m、外殻覆工体の厚さは 2.3m となる。</p>		 <p style="text-align: center;">平面図</p>
開発段階	<p>外殻覆工構造、推進マシン、エレメント間継手部の止水方法等、机上検討による開発は完了。また、欠円形エレメントを用いた基本構造形における覆工載荷試験、坑口エントランス止水実験、函体間の継手止水実験、推進・函体接続試験完了。</p>		<p style="text-align: center;">実現可能時期</p> <p>約 2 年（地中立坑および大深度プレシエルの詳細施工検討期間）</p>
環境条件	<p>周辺地盤への影響</p>	<p>二次元非線形弾性 F E M 解析により、地表面傾斜角、地表面沈下量を算定。</p> <p>外殻覆工楕円形（小判形エレメント）の場合で、最大傾斜角 0.62/1000rad、最大沈下量 29mm</p>	
	<p>地下水への影響</p>	<p>エレメント間継手部は薬液注入等により止水を行い、周辺地盤の地下水位を低下させない。また、地下水流への影響については、断面方向の投影面積は本体トンネルより大きくなるものの、軽微であると考えられる。</p>	

工法名称	大深度プレシエル工法												備考	
	主な工種		1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年		11年
概略工期	ランプ or 本線シールド	■■■■■												
	地中立坑		22.5ヶ月											
	構台設置・撤去工			3ヶ月			1.5ヶ月							
	エレメント管推進工					31.5ヶ月								
	エレメント管接続工					22.5ヶ月								
	外殻覆工構築工					27.5ヶ月								
	内部掘削工								10.5ヶ月		概算工期：79ヶ月			
	<p>ランプシールド到達あるいは本線シールド通過後の概略工期。(ランプシールド、本線シールドのどちらが先でも可)</p> <p>ランプシールドが先行する場合、ランプシールドは地中拡幅部の終点まで掘進する。</p> <p>地中立坑は、アクセストンネル工、薬液注入工、掘削工、グラウンドアンカー工の工期。</p> <p>エレメント管推進工は、2台の推進機により2箇所同時に施工。1箇所：約3ヶ月。</p> <p>エレメント管接続工、外殻覆工構築工は、エレメント管を7本推進後、順次施工する。</p> <p>躯体構築は外殻覆工構築工までとし、車道スラブ構築、設備等は含まない。</p>													
概算工費	条件等見直しのため、現在検討中													
これまでに要した技術開発費	約2億円(外殻覆工体、単体エレメントの構造検討、地表面への影響解析、施工方法の検討等に係わる実験費、人件費)													
今後要する技術開発費	約1.5億円(地中立坑および大深度プレシエルの詳細施工検討、構造確認等の費用)													
技術開発体制について	大成建設(株)と(株)フジタの共同開発													
連絡先	大成建設(株)土木営業本部公共第一営業部 五十嵐 安雄 TEL.03-5381-5116 E-mail:y_igara@ce.taisei.co.jp													

調査項目	内 容		備 考
工法名称	太径曲線パイプルーフ工法 + 地盤改良 (特開2005-124489他)		
工法概要	<p>太径曲線パイプルーフ工法は曲線推進装置を用いておおむね 500mm以上の大口径曲線鋼管 (標準的には 600mm、 800mmを想定) をトンネル間の軸直角方向に敷設し、これを支保部材としてトンネルを切り拡げ、非開削で大断面の地下空間を構築する技術です。たとえば、併設シールドトンネル間を拡幅掘削する場合、パイプルーフを一方のトンネルから発進し他方へ到達するように施工します。次に上下パイプルーフとトンネルの覆工を一体として安定した構造の支保工を構築します。この安定した構造をトンネル軸方向に連続して構築することで拡幅掘削を安全に行うことができます。止水が必要な場合は、薬液注入工法や凍結工法等により地盤改良を行います。その他、発進・到達部分に切削可能部材をあらかじめ組み込んでおけば、太径曲線パイプルーフの坑口部分の地盤改良を不要とすることが出来ます。</p>		
概略施工計画	 <p>曲線パイプルーフ掘進 (シールドトンネル間) 曲線パイプルーフ間地盤改良・内部掘削 内部躯体構築・完成</p>		
概略構造	 <p>太径曲線パイプルーフ (800) 上向き 太径曲線パイプルーフ (800) 下向き 薬液注入工 シールドトンネルを両側へ最大 5.4mシフトさせる RC躯体 合流部境界線</p>		
開発段階	<p>太径曲線パイプルーフ工法自体については、下記のようにほぼ開発完了 下向パイプルーフ：実施工適用 2005.12～2006.10 上向パイプルーフ：実大実験実施 2006.9～2007.2 (完了予定)</p>	<p>実現可能時期</p>	<p>約 1 年 (詳細検討期間) 太径曲線パイプルーフ自体は即時施工可能。(600、 800 上下 曲率半径 R = 8m以上)</p>
環境条件	周辺地盤への影響	上下パイプルーフを併合した後内部掘削を行うため、地表面沈下等の周辺地盤への影響は小さい。	
	地下水への影響	<p>施工時において、通常の泥水式シールド工あるいは推進工と同程度の影響と考えられる。 地下水流への影響は、断面方向において本体トンネルとほぼ同程度の投影面積であり、本工法の施工において地下水流を阻害する要因が増加するとは考えられない。</p>	

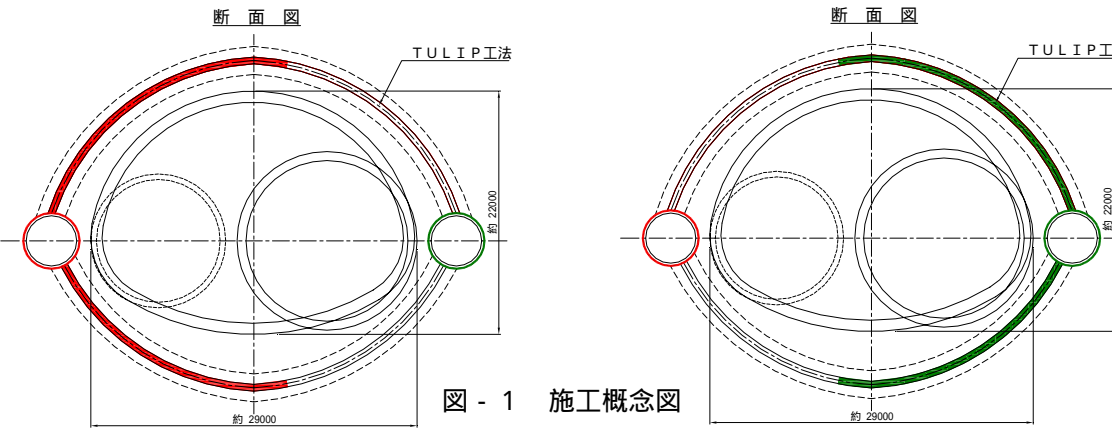
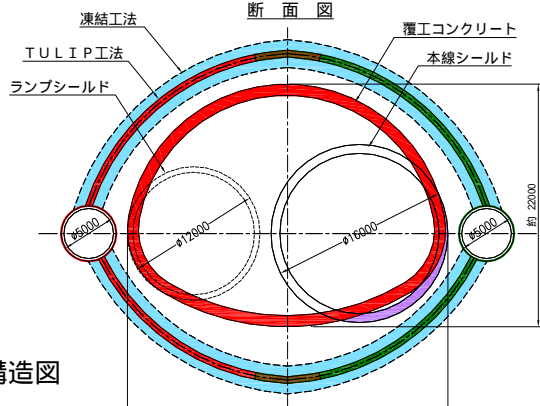
工法名称	太径曲線パイプルーフ工法 + 地盤改良(特開2005-124489他)										備考
概略工期	主な工種		1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	備考	
	ランプシールド工	■■■■■■									
	本線シールド工	■■■■■■	12ヶ月								
	地盤改良工			25ヶ月							
	太径曲線パイプルーフ工				9ヶ月						
	接続工				18ヶ月						
	掘削工					22ヶ月					
	躯体構築工							概算工期：60ヶ月			
<p>ランプシールド到達かつ本線シールド通過後からの概略工期。 ランプシールドは分岐・合流部区間の終点まで掘進する。 ランプシールド及び本線シールド内から地盤改良工及び太径曲線パイプルーフ工を行う。 上下の鋼管を接続し、側部の空隙を充填する。鋼管内をコンクリートで充填し、土水圧を支持し、内部を掘削する。 躯体構築は覆工コンクリートまでとし、車道スラブ構築、設備等は含まない。</p>											
概算工費	条件等見直しのため、現在検討中										
これまでに要した技術開発費	合計11.5億円 (人件費5.5億円、実験費6億円) (開発のコンセプトと机上検討、下向き工法の実証実験、下向き工法要素技術の開発、上向き工法の要素技術の開発、上向き工法実証実験)										
今後要する技術開発費	約1億円(詳細検討費)										
技術開発体制について	大成建設株式会社・鹿島建設株式会社・鉄建建設株式会社・コマツ地下建機株式会社の4社共同研究で技術開発を実施。 今後はNEW TULIP工法研究会(参加企業41社)で展開するとともに、必要に応じて要素技術等の開発を行う。										
連絡先	大成建設(株)土木営業本部公共第一営業部 五十嵐 安雄 TEL.03-5381-5116 E-mail:y_igara@ce.aisei.co.jp										

調査項目	内 容		備 考
工法名称	多段NATM連結外殻先行覆工工法（多段NATM工法）		
工法概要	<p>多段NATM連結外殻先行覆工工法（以下、多段NATM工法と呼ぶ）は、道路トンネルの分岐合流部を、リング状の斜坑から多数の小断面 NATM トンネルを掘削し、分岐合流部全体を覆う外殻覆工体を施工した後、外殻覆工体内部を掘削して構築する。リング状斜坑は本線またはランプシールドから NATM 工法で掘削する。都市部での未固結地山では必要に応じ、シールド内より事前に薬液注入を行い、周囲に止水ゾーンを形成する。</p> <p>本工法の主な特徴は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> 既存の技術を用いて汎用機械により施工が可能。 経済的な非開削による分岐合流部の構築が可能。 構造物の形状や地質の状況に応じて、任意に切羽数の増減や掘削断面の形状を変更することが可能。 		 <p style="text-align: center;">多段NATM工法概念図 多段NATM工法概念図（断面図）</p>
概略施工計画	<p>施工手順は下記の通り。</p> <pre> graph TD A[止水ゾーンの形成] --> B[リング状斜坑の掘削] B --> C[小断面NATMトンネルの施工] C --> D[外殻コンクリート内ベンチ掘削] </pre> <p>止水ゾーンの形成 — 薬液注入等による止水ゾーンの形成は、先行して施工する本線またはランプトンネルから、あらかじめセグメントに設置した注入孔を用いて行う。</p> <p>リング状斜坑の掘削 — リング状斜坑は、先行して施工する本線またはランプトンネルからNATMにて横坑を施工し、上下半同時併進（ショートベンチ）で掘削する。</p> <p>小断面NATMトンネルの施工 — 小断面NATMトンネルは、互いの掘削の影響が小さくなるように十分離れた4箇所程度の位置で並行して掘削を行う。掘削後は逐次、外殻覆工体に相当する部分は鉄筋を配置してコンクリートを打設し、隣接トンネル掘削時に再掘削する部分はIPEL外等で埋め戻すものとする。鉄筋は隣接トンネル施工時に機械継手等で接続する。</p> <p>外殻コンクリート内ベンチ掘削 — 外殻コンクリート内は、1ベンチ4m程度のベンチ掘削を行う。端部は、施工時の水圧・土圧に抵抗できる薬液注入ゾーンを確保するとともに、端部切羽のはらみ出しを抑制するため、小断面NATMトンネルを外殻覆工トンネル断面の直径程度外側まで施工し、内部掘削後、完成時の土水圧に抵抗可能な端部コンクリートを施工する。また、切羽はアンカーを打設するなどして安定を図り、端部コンクリートは必要に応じて逆巻き施工を行う。</p>		
概略構造	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="400 1178 973 1654" style="width: 30%;"> <p>1．外殻覆工体 覆工体内径：約 30m(右図参照) 覆工体厚：2.0m、$ck=36N/mm^2$ 以上</p> <p>2．複部スラブ スラブ厚：9m($ck=36N/mm^2$ の場合)、 6m($ck=60N/mm^2$ の場合)</p> <p>3．リング状斜坑 形状：10m × 7m(右図参照)</p> <p>4．小断面 NATM トンネル 形状：4m × 4m(右図参照)</p> </div> <div data-bbox="1012 1150 1537 1682" style="width: 35%;">  <p style="text-align: center;">断面図</p> </div> <div data-bbox="1605 1150 1923 1682" style="width: 30%;">  <p style="text-align: center;">小断面NATMトンネル断面図</p> <p style="text-align: center;">リング状斜坑断面図</p> </div> <div data-bbox="1961 1255 2528 1640" style="width: 30%;">  <p style="text-align: center;">複部の構造</p> </div> </div>		
開発段階	汎用機械による基本的な施工検討を完了。	実現可能時期	約 2 年(小断面 NATM トンネル施工の合理化検討等のため)
環境条件	周辺地盤への影響	<p>三次元有限差分法による完全弾塑性解析により、中央 JCT 北側の地中拡幅部付近の地盤を想定した土質条件にて地表面傾斜角、地表面沈下量を算定。最大傾斜角 0.73/1000rad、最大沈下量 26mm（「大深度プレシエル工法」について、中央 JCT 北側、南側両者の地中拡幅部付近の地盤条件にて沈下解析を実施した結果では、地表面最大傾斜角は南側の方が約 3%程度大きくなるだけであり、本工法を南側の地中拡幅部に用いた場合の最大傾斜角も 1/1000rad 以内に収まるものと推測される）</p>	
	地下水への影響	<p>外周部の薬液注入、複部のジェットグラウトによる止水ゾーン形成を行い、周辺地盤の地下水位の低下させない。また、地下水流への影響については、断面方向の投影面積は本体トンネルより大きくなるものの、軽微であると考えられる。</p>	

工法名称	多段NATM連結外殻先行覆工工法（多段NATM工法）												備考		
概略工期	主な工種		1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年		
	ランプシールド	■■■■■													
	本線シールド	■■■■■													
	外周部薬液注工		23ヶ月												
	リング状斜坑掘削工			6ヶ月											
	小断面トンネル掘削工				38ヶ月										
	外殻覆工コンクリート工 （小断面トンネル部）				32ヶ月										
	外殻覆工コンクリート工 （リング上斜坑部）							6ヶ月							
内部掘削・棲壁工							7ヶ月		概算工期：74ヶ月						
	<p>ランプシールド到達かつ本線シールド通過後からの概略工期。 ランプシールドは分岐・合流部区間の終点まで掘進する。 外周部薬液注工は、本線シールド及びランプシールドの両方から施工。 リング状斜坑掘削工は2パーティで、小断面トンネル掘削工は6パーティで施工。 躯体構築は外殻覆工コンクリート工までとし、車道スラブ構築、設備等は含まない。 本工法によれば、本線供用後、後付けでランプシールド、分岐・合流部の施工をすることが可能。</p>														
概算工費	条件等見直しのため、現在検討中														
これまでに要した技術開発費	約0.5億円（外殻覆工体の構造検討、地表面への影響解析、施工方法の検討等に係わる人件費）														
今後要する技術開発費	約1.5億円（小断面NATMトンネル施工の合理化検討費等）														
技術開発体制について	大成建設㈱の単独														
連絡先	大成建設㈱土木営業本部公共第一営業部 五十嵐 安雄 TEL.03-5381-5116 E-mail:y_igara@ce.taisei.co.jp														

調査項目	内 容		備 考																						
工法名称	吊桁式分岐合流部築造工法																								
	<p>・既存のシールド工法及び推進工法の組合せによりランプ部となる鋼殻コンクリート構造の地中拡幅構造体を形成する工法である。</p> <p>・地中拡幅構造体を事前に構築した後、本線セグメントの撤去及び拡幅部の地山掘削を行うことで、ランプトンネルと拡幅構造体を接合し、分岐合流部を安全に築造する工法である。</p> <p>・地中拡幅構造体は、上部及び下部アンカートンネルと、上部アンカートンネルから鋼殻推進で築造した鉛直支保壁と、本線トンネルから鋼殻推進で築造した上部及び下部床桁と、パイプルーフによって構築する斜材とによって形成された吊桁構造である。</p> <p>・地中拡幅構造体によって開口された本線トンネルを受け支え、分岐合流部全体を構成する。</p> <p>・コンクリートを充填した鋼殻コンクリート構造体を構築した後に、拡幅部の内部地山を掘削するので、作業環境が良好であり周辺地山への影響が少ない。</p> <p>・鋼殻コンクリート構造は、外殻を鋼材で構成し、その内部にコンクリートを充填した合成構造体である。</p>	<p>工業所有権について</p> <p>「吊桁式分岐合流部構築工法」は、名称「分岐合流部構造及び分岐合流部の構築方法」として特許出願中。</p>	<p>関連工業所有権 特願2006 015028 「分岐合流部構造及び分岐合流部の構築方法」</p>																						
	<p>(参考) 本分岐合流部築造工法の利用例として、参考図に示すように合流部の本線トンネルをランプトンネルの右側に配置し、分流部本線トンネル(破線)をランプトンネルの左側に配置することで、それぞれ本線トンネルの道路左側の加減速車線からランプトンネルへスムーズに出入りができ、本線通行を妨げることなく、安全な車両走行が確保できる。 また、本線分岐合流部の占有幅を最小限にできる。</p>	<p>工業所有権について</p> <p>分岐合流部の本線トンネルを地上とは逆に配置し、その本線間に地中分岐合流部を配置する工法は、名称「地下道路トンネル」として特許取得。</p>	<p>関連工業所有権 特許3536981 「地下道路トンネル」</p>																						
工法概要																									
概略施工計画	<p>別紙資料-1に施工フロー図を示す。</p> <p>止水目的の地盤改良を所定の範囲に施工する。</p> <p>地盤改良後、本線トンネルシールドを通過させる。これとほぼ同時期に、上部及び下部のアンカートンネルを築造する。</p> <p>上部アンカートンネルから下部アンカートンネルに向けて鋼殻推進で鉛直支保壁を築造する。</p> <p>通過した本線トンネル内を支保工で補強する。</p> <p>本線トンネルから鉛直支保壁に向けて鋼殻推進で上部及び下部床桁を築造する。</p> <p>本線トンネルからアンカートンネルに向けてパイプルーフを施工し、接合させる。</p> <p>鋼殻推進で構築された鉛直支保壁及び上部及び下部床桁の内部を順次コンクリートで充填する。また、パイプルーフ内にはPC鋼棒を挿入してコンクリートを充填し、アンカートンネルと上部及び下部床桁とを締結する。これによって吊桁式の床桁を構築する。</p> <p>鋼殻コンクリート構造体が形成された後に、接合部の本線セグメントを撤去するとともに、ランプ部の地山を掘削して合流部の空間を確保する。掘削土砂や撤去したセグメント及び支保工は地中拡幅構造体に接続されたランプトンネルを利用して搬出する。</p> <p>ランプトンネルと地中拡幅構造体の接合部仕上げや鋼殻部の耐火・化粧材を設置し、分岐合流部の築造を完了する。</p>																								
概略構造	<table border="1" data-bbox="1691 1554 2136 1785"> <tr> <td>本線トンネル外径</td> <td>16.00m</td> </tr> <tr> <td>本線トンネル道路計画高</td> <td>G.L. -61.00m</td> </tr> <tr> <td>地下水位高さ</td> <td>G.L. -9.00m</td> </tr> <tr> <td>ランプトンネル外径</td> <td>12.00m</td> </tr> <tr> <td>ランプトンネル施工延長</td> <td>約 670m</td> </tr> <tr> <td>アンカートンネル外径</td> <td>6.00m</td> </tr> <tr> <td>アンカートンネル施工延長</td> <td>約1040m</td> </tr> <tr> <td>地中拡幅構造体延長</td> <td>約 370m</td> </tr> <tr> <td>上下桁厚高さ</td> <td>t = 2.50m</td> </tr> <tr> <td>鉛直支保壁厚さ</td> <td>t = 4.00m</td> </tr> <tr> <td>パイプルーフ径</td> <td>0.50m</td> </tr> </table>		本線トンネル外径	16.00m	本線トンネル道路計画高	G.L. -61.00m	地下水位高さ	G.L. -9.00m	ランプトンネル外径	12.00m	ランプトンネル施工延長	約 670m	アンカートンネル外径	6.00m	アンカートンネル施工延長	約1040m	地中拡幅構造体延長	約 370m	上下桁厚高さ	t = 2.50m	鉛直支保壁厚さ	t = 4.00m	パイプルーフ径	0.50m	
本線トンネル外径	16.00m																								
本線トンネル道路計画高	G.L. -61.00m																								
地下水位高さ	G.L. -9.00m																								
ランプトンネル外径	12.00m																								
ランプトンネル施工延長	約 670m																								
アンカートンネル外径	6.00m																								
アンカートンネル施工延長	約1040m																								
地中拡幅構造体延長	約 370m																								
上下桁厚高さ	t = 2.50m																								
鉛直支保壁厚さ	t = 4.00m																								
パイプルーフ径	0.50m																								

開発段階	デスクワークによる設計検討段階。 施工の詳細部は未検討。									
環境条件	周辺地盤への影響	鋼殻コンクリート構造体を築造した後に地山掘削を行うために、周辺への影響は小さい。 Jefflyの2極座標系による沈下計算により、開放率30%として各工種の変位を重ね合わせて変位を求めた。 その結果、本線接合部の地表最大変位は20mmで、その地点から水平影響範囲が約50mとなり、地表面の傾斜角度は約1/2500radである。								
	地下水への影響	外径約16mの本線トンネル連続体が形成されるので、これによる影響は避け難い。 上下床桁の上方、下方の位置で、鉛直支保壁に地下水の通水口を設けることが可能。								
概略工期	主な工種	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年
	発進立坑・開削トンネル									
	ランプトンネル									
	アンカートンネル									
	鉛直支保壁									
	上下床桁・パイプルーフ									
	掘削・接合工・支保工撤去									仕上・片付け
	地中拡幅部地盤改良工									
	本線トンネル					通過・支保工				
	上部及び下部床桁・パイプルーフは、本線トンネルが通過して本線トンネル補強用の支保工が架設された後に、施工を開始する。 本線での作業が開始されてから、地中拡幅部が完成するまでの工期は、約4年。									
概算工費	直接工事費 概算450億円 (発進立坑・開削トンネル・地盤改良 = 58億円、 ランプトンネル・アンカートンネル = 145億円、 鋼殻コンクリート構造体 = 230億円、 掘削接合工 = 4億円、 他工事費 = 13億円、 拡幅部の本線セグメント費は含まれていない)									
これまでに要した技術開発費	開発部員 3人 × 5年 × 0.3 × 800万円 約3,600万円 関連工業所有権5件出願: 5件 × 約50万円 = 250万円									
今後要する技術開発	上部、下部床桁と本線トンネルの接合方法とその止水方法。									
技術開発体制について	課長及び課員2名程度で対応している。									
連絡先	大豊建設株式会社、 エンジニアリング本部 技術開発部 技術開発課長 武内 秀行 電話: 03-3297-7011 mail: hi-takeuchi@daiho.jp									

調査項目	内 容		備考
工法名称	細径曲線ボーリング工法 + 凍結工法		
工法概要	<p>本線トンネル及びランプトンネルの外側にシールド工法により導坑を設置した後、細径ボーリング工法を用いて、左右の導坑からそれぞれ切広げ部の上下に 300mmの曲線鋼管を敷設する。</p> <p>この曲線鋼管に凍結管を設置して、切広げ部上下にアーチ状の凍土を形成し、地盤の強度増加、剛性の増加を図るとともに、高水圧に対抗する止水ゾーンを形成する。これによって、切広げ部の上下にアーチ状の強固な地盤及び止水ゾーンが形成され、切広げ掘削、覆工を安全に施工できる。</p> <p>(図 - 1 施工概念図)</p>		 <p>図 - 1 施工概念図</p>
概略施工計画	<p>地中拡幅部の概略施工計画は、下図の施工手順のとおりである。</p> <pre> graph TD A[ランプトンネルをシールド工法で分岐合流部まで掘進] --> B[左右の導坑をランプトンネルから分岐してシールド工法で掘進] B --> C[左右の導坑から細径曲線パイプルーフ工法を施工【上部】] C --> D[凍結管設置・凍土造成【上部】] E[左右の導坑から細径曲線パイプルーフ工法を施工【下部】] --> F[凍結管設置・凍土造成【下部】] F --> G[本線シールド通過] G --> H[サイロット導坑掘削及び側壁コンクリート打設] I[本線シールド内の側壁部コンクリート打設] --> J[上部半断面切広げ掘削及びアーチコンクリート打設覆工] J --> K[下部半断面掘削及びインパートコンクリート打設] K --> L[完成] D --> H F --> H H --> I I --> J J --> K K --> L </pre>		
概略構造	<p>拡幅部の構造は、大深度トンネル技術検討委員会案と同じ、複合円断面のRC構造とする。</p>		 <p>図 - 2 概念構造図</p>
開発段階	<p>施工法は、開発済み 位置計測システムについて、現在開発計画中</p>	<p>実現可能時期</p>	<p>施工法は、実績もあり即時可能 位置計測システムについては、2年程度を開発目途として計画中</p>
環境条件	<p>周辺地盤への影響</p>	<p>堅固なアーチ状の凍土により切広げ時の変状を抑制できる。凍土の解凍による地盤の沈下が発生する可能性があるが、砂質土中の凍土のため、沈下量は小さいと予想される。 地表面への影響(地表面傾斜角) = 0.99/1000rad < 1/1000rad</p>	
	<p>地下水への影響</p>	<p>大深度トンネル技術検討委員会提示している工法と同程度である。</p>	