

大深度トンネル技術検討委員会

第5回 委員会資料

大深度トンネル分岐合流部の施工技術の開発状況調査について

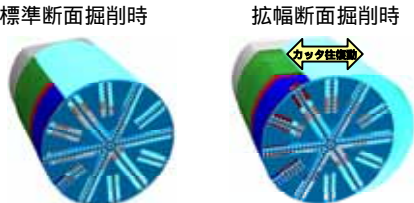
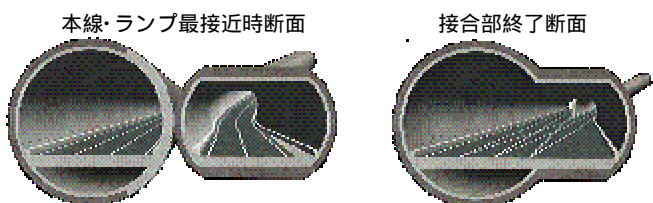
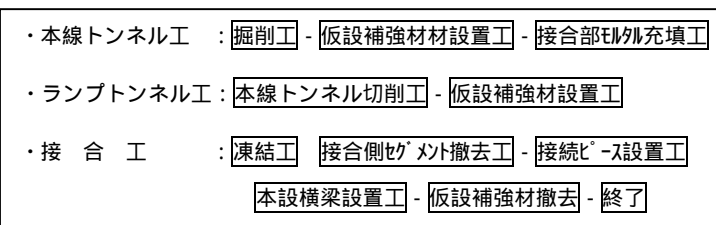
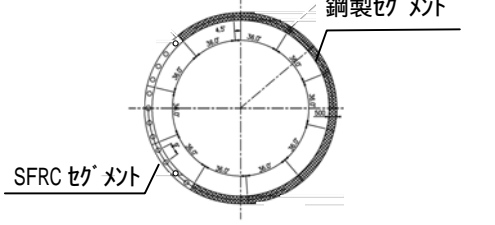
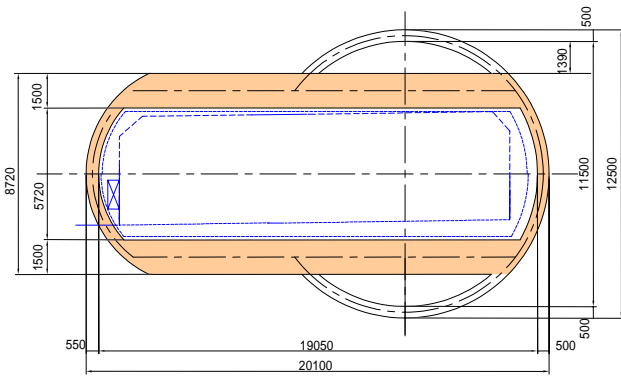
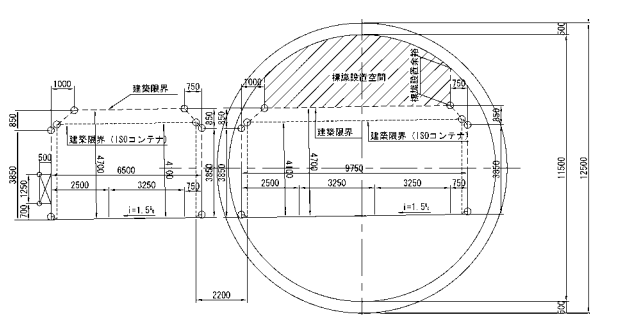
(情報提供資料)

平成19年 3月 27日

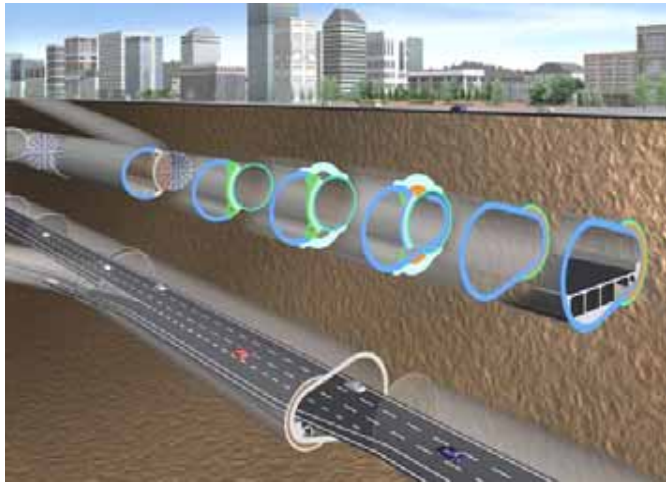
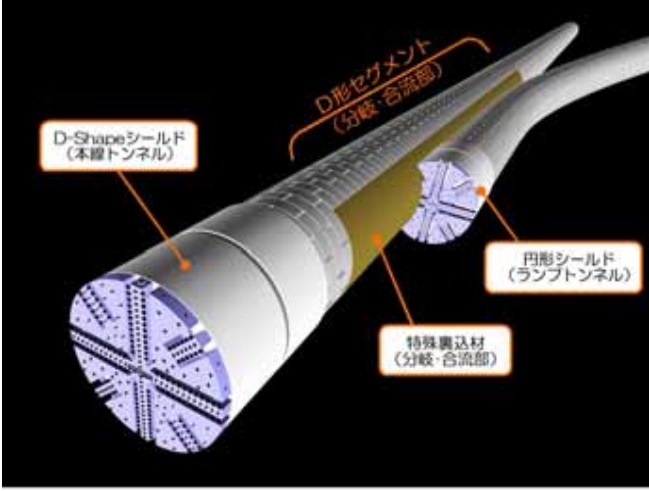
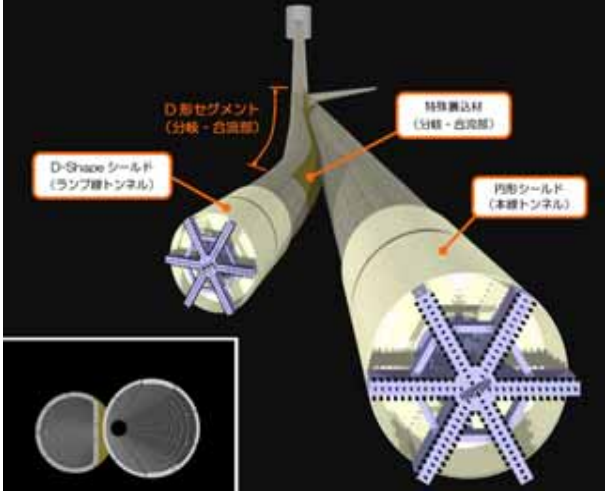
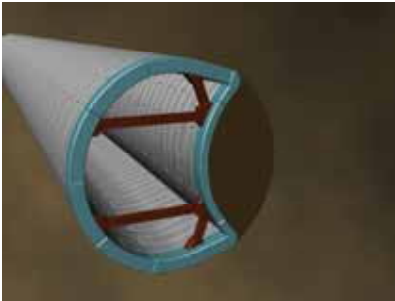
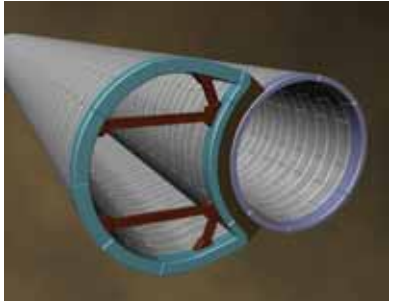
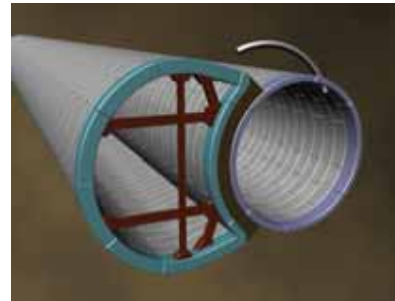
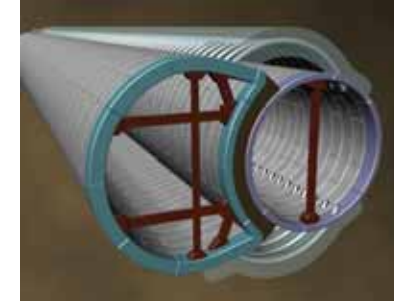
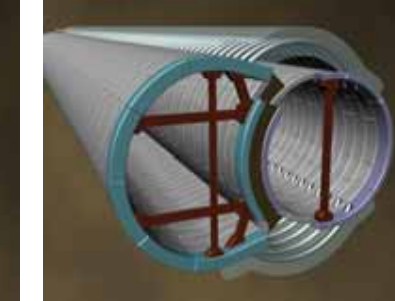
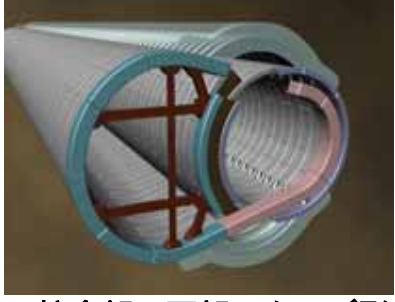
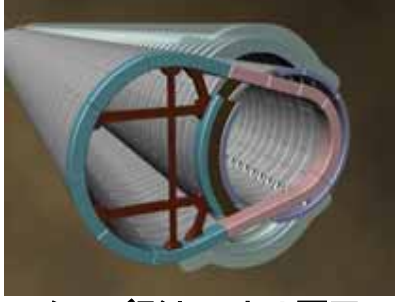
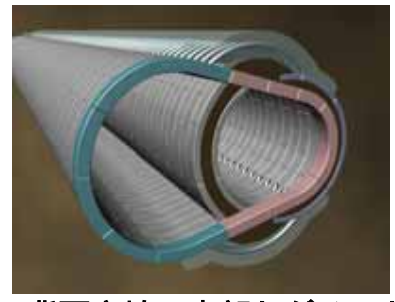
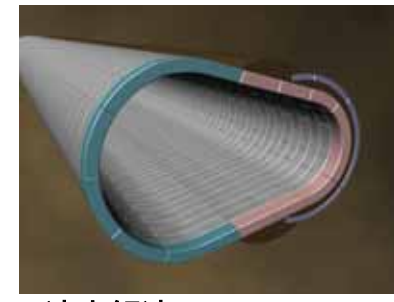
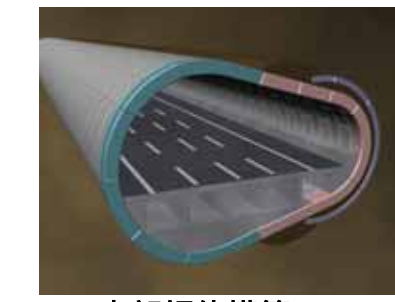
国土交通省 関東地方整備局 道路部

調査項目	内 容		備 考
工法名称	ツインアーチジャンクション工法（特開 2006-219914）ジャンクションビーム工法（特開 2005-194764）		
工法概要	<p>シールドトンネルの非開削連結技術である「ツインアーチジャンクション工法」と「ジャンクションビーム工法」を併用する。</p> <p>ツインアーチジャンクション工法 連結部分の上下部にアーチ型の矩形パイプルーフを複数設置し、矩形パイプルーフ内に永久構造物となるアーチ鋼材（厚肉鋼材）を挿入する。アーチ鋼材の端部をセグメントと接合することで、接合部に作用する荷重をトンネル覆工へ伝達する。また、本線とランプ線を連結セグメントで接続し、連結セグメントとパイプルーフ間にコンクリートを充填することで、高剛性の合成梁構造となる。</p> <p>ジャンクションビーム工法 連結部分の上下部にジャンクションビーム（高剛性梁）を設置する。ジャンクションビームの両端をセグメントに接合することで、連結部分に作用する荷重を主に軸力としてセグメントに伝達する。</p>		
概略施工計画	(提出企業の要望により非公開)		
概略構造	<p>概略構造 構造の根拠</p> <ul style="list-style-type: none"> ・与条件 4)内空条件から、最も構造条件が厳しい“C - C断面”において検討した。 ・完成時における単独解析にて検討した。 ・フレーム解析を行い、算出された断面力を許容応力度により照査した。 		
開発段階	(提出企業の要望により非公開)	実現可能時期	(提出企業の要望により非公開)
環境条件	周辺地盤への影響	<p>検討方法 各施工ステップにおける周辺地盤への影響を二次元 F E M 弾性解析により検討した。(上載荷重 $q = 180\text{kN} / \text{m}^2$ について検討。)</p> <p>検討結果 地表面の最大沈下量は 14.6 mm、最大地表面傾斜角は $0.337 / 1000\text{rad}$ となり、$1 / 1000\text{rad}$ を十分満足している。</p>	
	地下水への影響	<p>地下水の水質への影響について 地盤改良は、矩形パイプルーフまわりの薬液注入のみとなるので、施工による水質への影響は少ない。また、施工中は水質観測孔等により水質を確認し、地下水への影響がないよう管理する。</p> <p>地下水流動への影響について 分岐合流部は東久留米層砂層に位置しているため、本線、ランプ線のシールドトンネルによる地下水流動への影響は少ない。また、ランプ線と本線接続時に設置する矩形パイプルーフの位置や地盤改良範囲は、本線シールドトンネルと同等の高さに位置するため、分岐合流部の施工による地下水流動への影響は少ない。</p>	

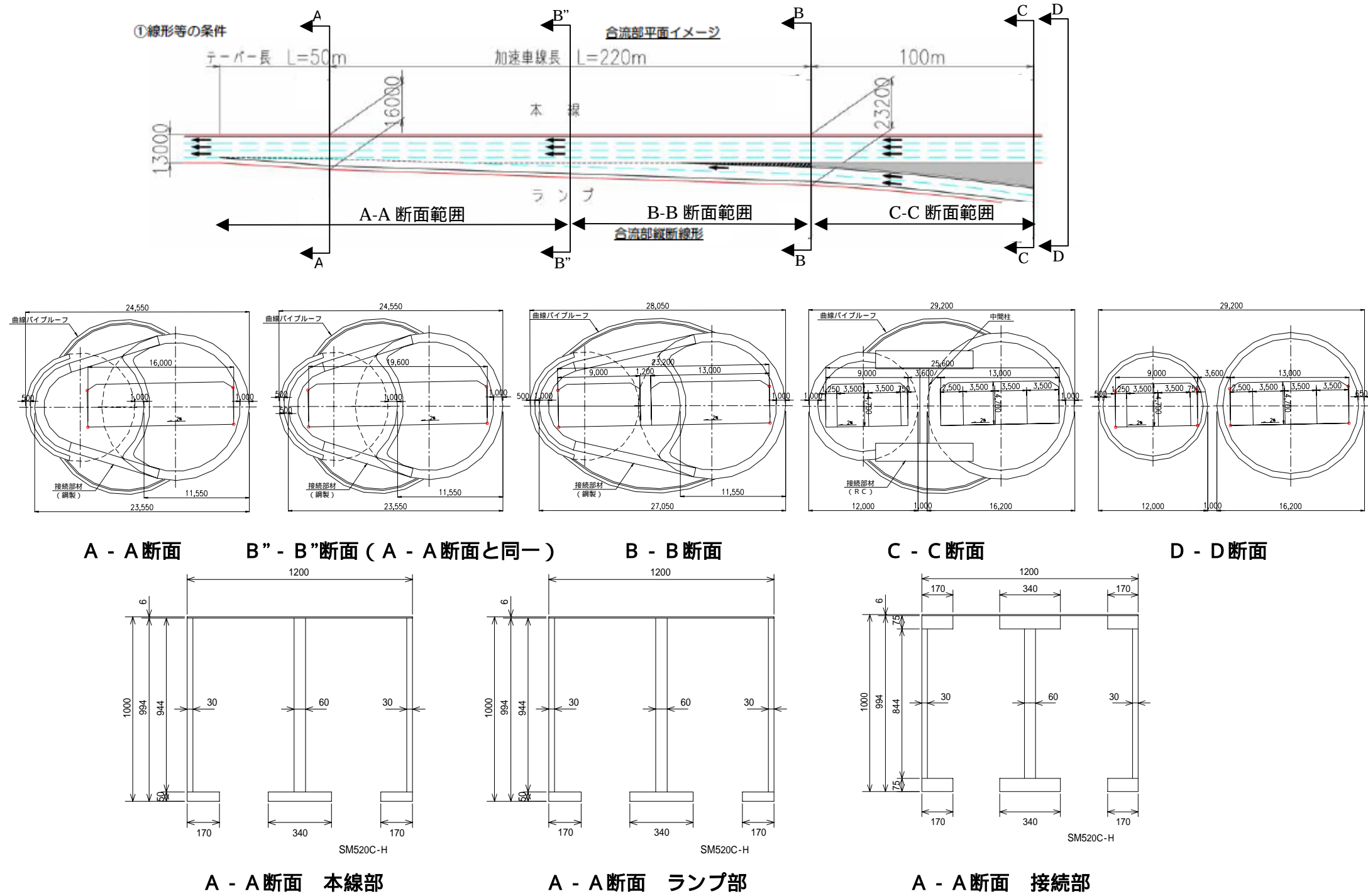
工法名称	ツインアーチジャンクション工法（特開2006-219914）ジャンクションビーム工法（特開2005-194764）	備考
概略工期	(提出企業の要望により非公開)	
概算工費		
これまでに要した 技術開発費	(提出企業の要望により非公開)	
今後要する 技術開発費	(提出企業の要望により非公開)	
技術開発体制について	(提出企業の要望により非公開)	
連絡先	株式会社大林組 土木技術本部技術第五部 TEL 03 - 5769 - 1318 Fax 03 - 5769 - 1924 担当：上田 ueda.hiroshi@obayashi.co.jp	

調査項目	内容		備考															
工法名称	C V 拡幅工法を用いた分岐合流部接合法																	
工法概要	<p>本工法は、本線トンネル施工後にランプシールド機で本線トンネルを直接切削し、その後ランプトンネルと本線トンネルを接続することにより分岐合流部の構築を行うものである。ランプトンネルの断面形状は、上下部にフラット面を有する小判型形状とし、「CV拡幅シールド機」を用いて掘進する。「CV拡幅シールド機」は、カット面板を“往復動”させることにより、連続的に断面を拡幅する。</p> <p>「CV拡幅シールド機」の概要図を図-1、合流部のイメージを図-2に示す。</p>		 															
概略施工計画	<p>本工法はランプトンネル施工時に本線トンネルを直接切削するため、分岐合流部接合工事の施工順序は、本線トンネルのうち分岐合流区間の施工終了後から開始となる。</p> <p>図-3に各工種ごとの概略施工フローを示す。</p> <p>なお、ランプシールド機による本線トンネル切削部のセグメントは、図-4に示すように接合側に直接切削可能なSFRCセグメントを採用する。SFRCセグメントには、シースを設け、PC鋼より線により軸力を導入し、施工時荷重によるセグメントの変形を防止し、応力度を低減する（本線トンネルの仮設補強後、PC鋼より線を撤去する）。</p>	 																
概略構造	<p>分岐合流部の完成時の概略構造図を図-5に示す。横断面図には本線トンネルとランプトンネルの分岐合流区間のうち、柱等の構造物がなく、構造的に最も厳しい断面を示す。なお、分岐合流部のセグメントは、本線トンネル、ランプトンネルとも最終的な内部構築時の施工性（加工性）を考慮して鋼製セグメントを採用する（一般部はRCセグメント）。</p> <p>図-6に構造検討に用いた本線トンネルの断面および分岐合流部における道路の建築限界を示す（本線トンネル：2車線+ランプトンネル：1車線における例）。また、表-1には覆工構造計算に用いた設計条件を示す（図-7、8参照）。</p> <p style="text-align: center;">表-1 分岐合流部の設計条件</p> <table border="1" data-bbox="557 1234 1172 1428"> <tr> <td>土被り(m)</td> <td>36.75</td> </tr> <tr> <td>地下水位(m)</td> <td>-3.40</td> </tr> <tr> <td>地下水位からシールド頂部までの距離(m)</td> <td>33.35</td> </tr> <tr> <td>荷重算出方法</td> <td>テルツァギの緩み土圧</td> </tr> <tr> <td>側方土圧係数</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">地盤バネ</td> <td>法線方向バネ Kr (kN/m³)</td> <td>50000</td> </tr> <tr> <td>接線方向バネ K (kN/m³)</td> <td>16667</td> </tr> </table>		土被り(m)	36.75	地下水位(m)	-3.40	地下水位からシールド頂部までの距離(m)	33.35	荷重算出方法	テルツァギの緩み土圧	側方土圧係数	0.35	地盤バネ	法線方向バネ Kr (kN/m ³)	50000	接線方向バネ K (kN/m ³)	16667	  <p>【本線トンネル諸元】 セグメント内径 11.5m、外径 12.5m、桁高 500mm 【ランプトンネル諸元】 建築限界に収まる最小断面とする</p>
土被り(m)	36.75																	
地下水位(m)	-3.40																	
地下水位からシールド頂部までの距離(m)	33.35																	
荷重算出方法	テルツァギの緩み土圧																	
側方土圧係数	0.35																	
地盤バネ	法線方向バネ Kr (kN/m ³)	50000																
	接線方向バネ K (kN/m ³)	16667																
開発段階	<p>基本的なコンセプト（施工方法、覆工構造等）を固め、シールド機の要素実験を終了 【CV拡幅シールド機】・ケーススタディーによる仕様検討終了 ・テールシールドの止水性能（最大0.5MPa）を要素実験により確認 【拡幅部の覆工構造】・ケーススタディーによる構造検討終了</p>	実現可能時期	（提出企業の要望により非公開）															
環境条件	<p>周辺地盤への影響</p>	<p>・CV拡幅シールド機は、拡幅掘削時にカッター盤の往復動により、本体スキンプレートのスライド部に余掘りが生じるため、その影響検討をFEM解析により実施した（本線トンネル：2車線+ランプトンネル：1車線）。</p> <p>・対象地盤は、N=8(沖積粘性土)、N=130(洪積粘性土)の2水準について実施し、余掘りに伴う許容変位量を(沈下量：15mm、変形角：0.65/1000rad)として検討した。</p> <p>・掘削形状は、通常掘削(拡幅なし)、拡幅掘削余掘りなし、拡幅掘削余掘り充填ありの場合についてそれぞれ検討した。</p> <p>・検討の結果、許容変位量に対しては、通常掘削(拡幅なし)、拡幅掘削余掘りなし、拡幅掘削余掘り充填ありで、いずれのN値においても満足することが確認され、掘削に伴う周辺地盤に影響を及ぼさないものと判断する。</p>																
地下水への影響	<p>・CV拡幅シールド機は密閉型シールド機であるため、シールド掘進に伴う地下水への影響は少ない。</p> <p>・本工法では、CV拡幅シールド機による本線トンネルの直接切削時の止水を目的に凍結工法を採用している。</p> <p>・凍結工法は、改良範囲以外においては地下水流動性への影響はなく、また凍土は工事終了後に解凍し元の状態に戻るため地下水への影響の懸念は少ない。</p>																	

工法名称	C V 拡幅工法を用いた分岐合流部接合工法	備考
概略工程	(提出企業の要望により非公開)	
概略工費	(提出企業の要望により非公開)	
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	(株)奥村組、日立造船(株)、新日本製鉄(株)の3社共同開発	
連絡先	株式会社 奥村組 技術本部土木部都市トンネルグループ 福居雅也 (Tel 03-5427-8472 Fax 03-5427-8104)	

調査項目	内 容	備考
工法名称	D - S h a p eシールド工法 ~トンネル分岐・合流部の合理的施工技術~	
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2本のシールドトンネルが分岐・合流する道路トンネルのランプ部を、安全かつ早期に構築することが出来る経済的・合理的な非開削施工技術。 ・ 2本のシールドトンネルをオーバーラップした上で両トンネル間を切開き・接合する合理的な施工方法。 ・ 先行シールドは円形であり、分合流区間ではセグメントのみをD形として、欠円部には特殊裏込材を充填する。 ・ 後行シールドも円形であり、分合流区間では先行シールドの特殊裏込材をラップ切削して、円形シールドを組立てる。 ・ 分合流区間では、D形と円形のトンネル間を地盤改良などの補助工法を併用して切開き、大断面の横タマゴ形トンネルを構築する。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>道路トンネルランプ部構築イメージ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>施工イメージ（本線先行方式）</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>施工イメージ（ランプ線先行方式）</p> </div> </div>	
概略施工計画	<p>本線シールド先行方式で凍結工法を補助工法として採用した場合の施工ステップを示す。</p> <div style="display: grid; grid-template-columns: repeat(5, 1fr); gap: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>1.本線シールド施工</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2.ランプシールド施工</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3.曲線ボーリング工</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>4.凍土造成</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>5.接合部セグメント撤去・掘削</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>6.接合部（下部）タマゴ形 トンネル覆工組立</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>7.タマゴ形トンネル覆工 完成</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>8.背面充填、内部セグメント ・支保工撤去</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>9.凍土解凍</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>10.内部躯体構築</p> </div> </div> <p>既存の要素技術の応用で D-Shape シールド工法は成立可能と考えている。</p> <p>(1) 地盤凍結技術：太径曲線パイプ工法（首都高新宿線富ヶ谷工区） (2) 掘進技術：ラップ切削（MMST 工法） (3) 特殊断面止水技術：3連 MF シールド（大阪ビジネスパーク） 矩形シールド（京都六地藏地下鉄）</p>	

概略構造



開発段階

施工ステップを考慮した設計・施工検討を実施済み。

実現可能時期

2010年度頃の予定。

環境条件

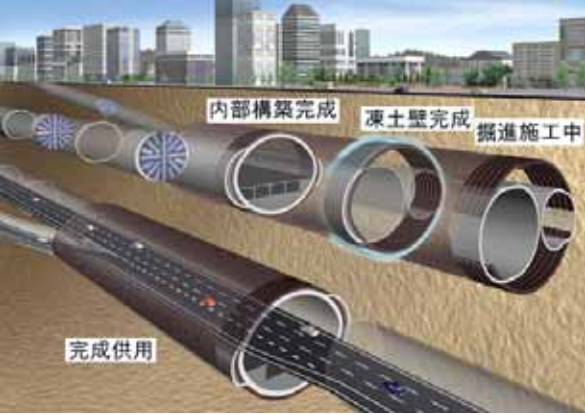
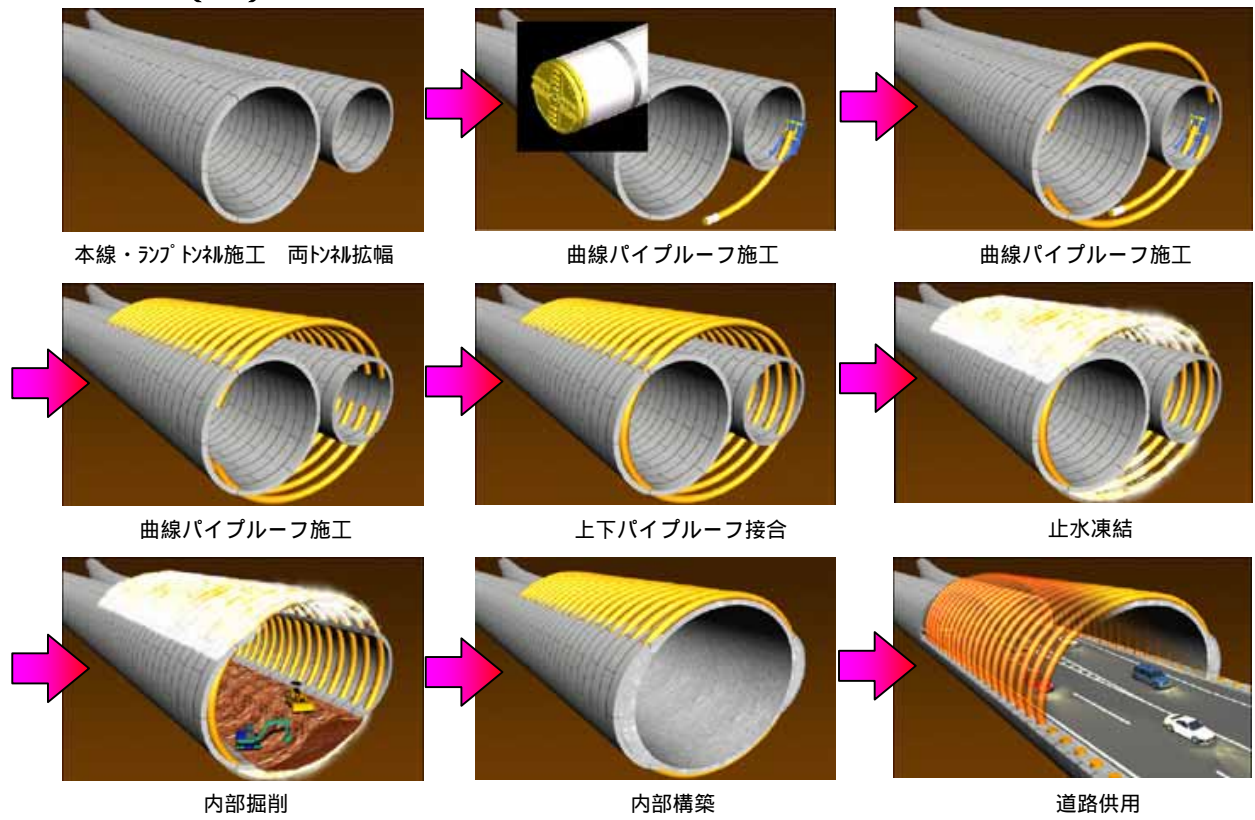


周辺地盤への影響

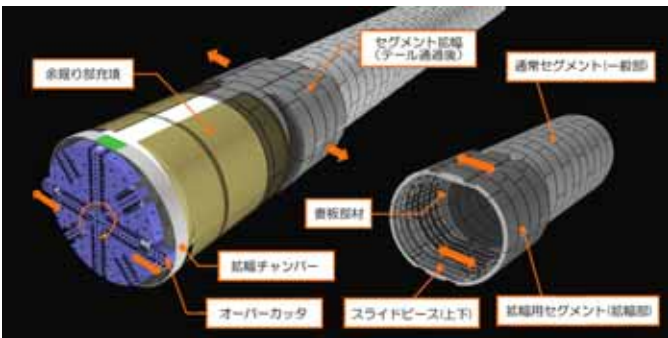
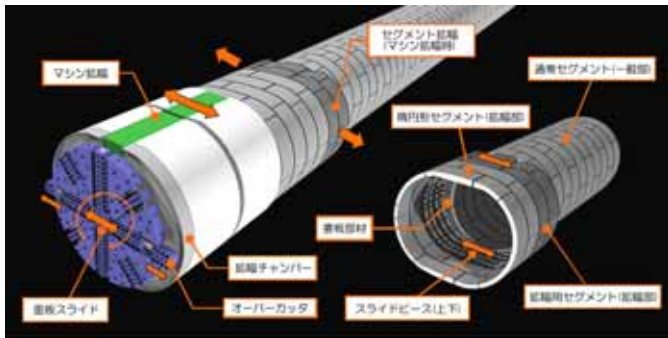
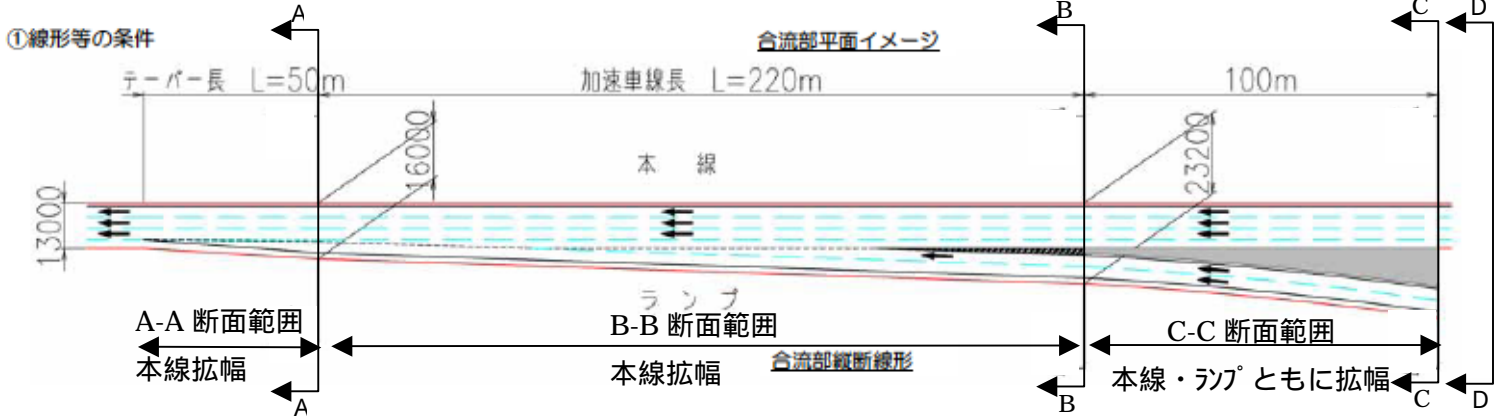
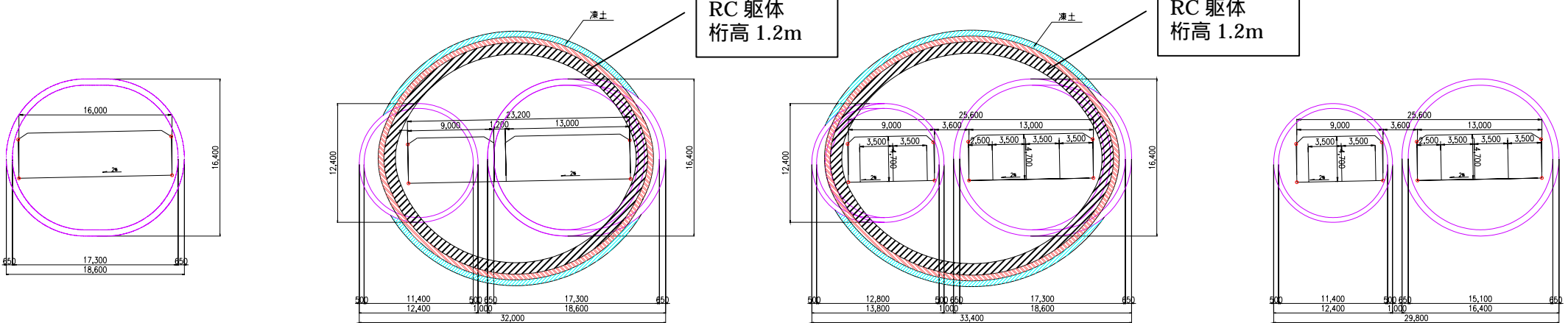
提示された検討条件では未実施であるが、類似の条件で概略検討を実施済み。

地下水への影響

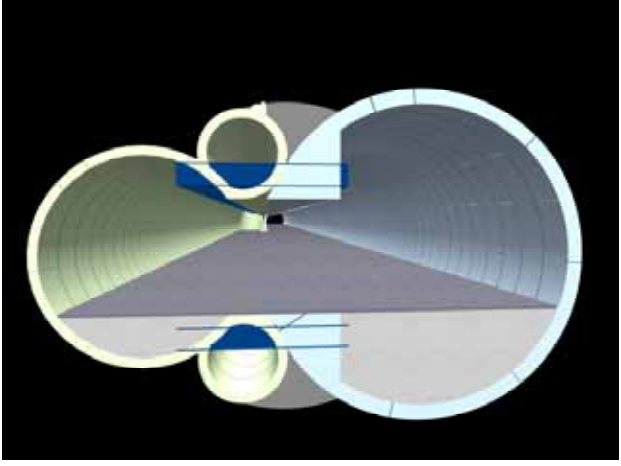
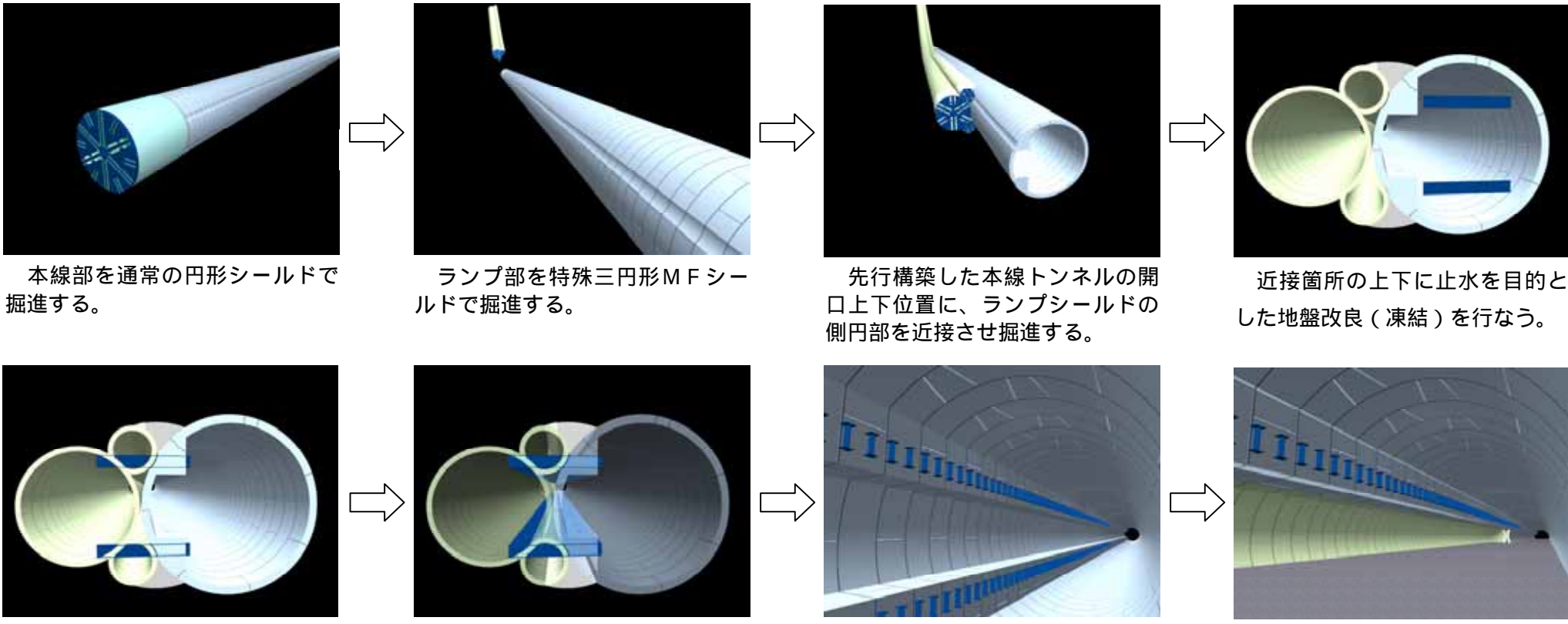
地盤改良や地下水位低下工法等の補助工法は使用しないため、影響は小さいと考えられる。

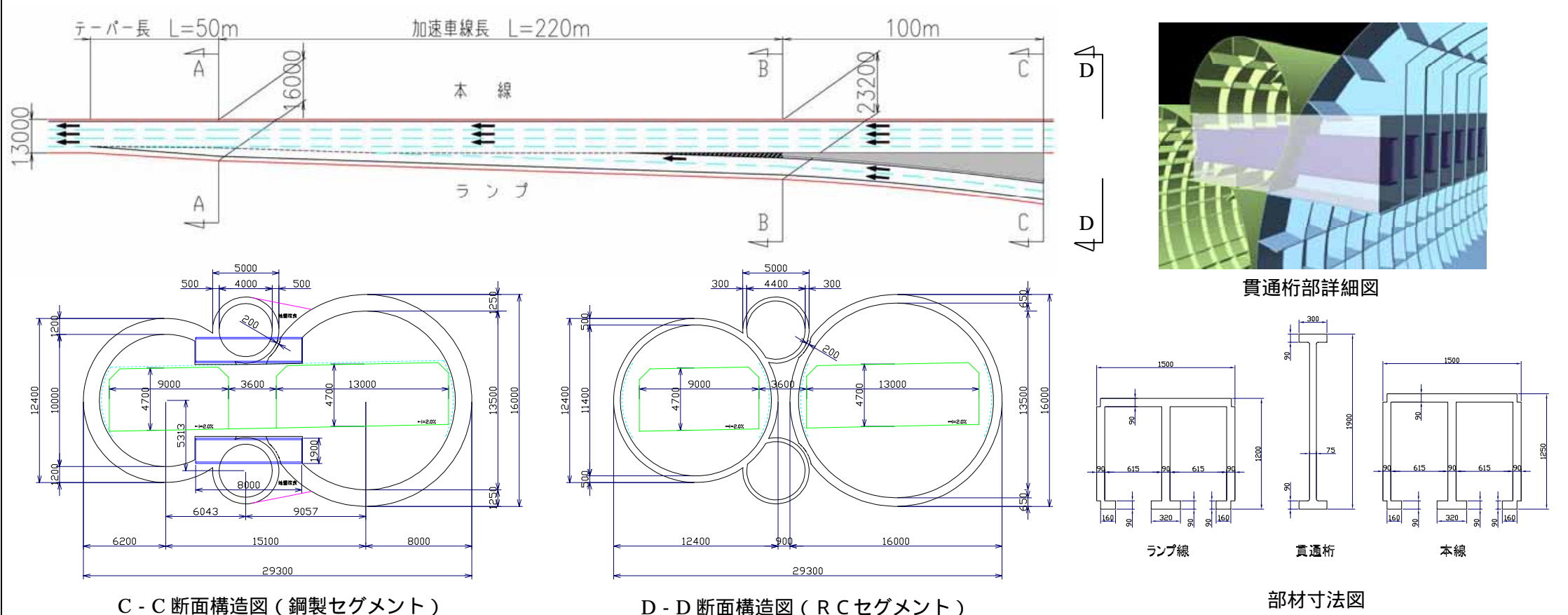
工法名称	D - S h a p eシールド工法 ～トンネル分岐・合流部の合理的施工技術～	備考
概略工期	(提出企業の要望により非公開)	
概算工費	(提出企業の要望により非公開)	
これまでに要した 技術開発費	<p>2.8億円(既存の開発済技術の応用により、要素開発実験はさほど必要なし)</p> <p>内訳：開発コンセプト : 0.8億円</p> <p> 施工計画、覆工設計、土留め設計 : 1.5億円</p> <p> マシン設計 : 0.5億円</p>	
今後要する技術開発費	6億円程度(実証施工の規模により流動的)	
技術開発体制について	<p>この種の工法は、大空洞大断面の切り開きや接合技術を要するため、工法を確実なものとするために、小規模施工から大規模施工への段階を踏む必要が有ると考えられる。</p> <p>しかし、こういった形状が要求される土木構造物は希であるため、実証実験・実証施工の場になりうるような機会を発注者から提示されることが望ましい。また、実証施工に必要な開発予算も膨大なものが予測されるため、官民共同の開発体制が望ましい。実証施工の具体案として、共同溝や上下水道の横断接合が要求される場合に斜め擦りつけ接合への構造を考えたり、D型セグメント組立・接合が可能なトンネル軸方向に比較的長い中間立坑があるシールド工事、等が考えられる。</p>	
連絡先	<p>鹿島建設株式会社 土木管理本部 土木技術部 グループ長 滝本 邦彦 電話番号 03-6406-7354 Mail takimotok@kajima.com</p> <p>なお、本工法の共同研究開発メンバーは下記のとおりである。</p> <p>マシン系：鹿島建設(株)・三菱重工(株)・川崎重工業(株)</p> <p>覆工系 : 鹿島建設(株)・石川島建材工業(株)・新日本製鐵(株)</p>	

調査項目	内 容	備考
工法名称	太径曲線パイプルーフ工法 + VASARAシールド工法 ~地下ランプの非開削施工技術~	
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主軸となる太径曲線パイプルーフ工法で大断面の地下空間用アーチ土留めを確実に構築し、さらに残された地山部に凍土止水壁を造成し、大断面の地下空間を地上の環境に悪影響を与えることなく非開削で構築する工法。 ・ 太径曲線パイプルーフで土圧・水圧を支保し、凍土で完全止水することで、非開削で構築可能。 ・ 太径曲線パイプルーフは、施工済みのシールドトンネル、山岳トンネルから円形のリターン回収型掘進機で覆工を貫通して、一方向から施工可能。 ・ 太径曲線鋼管の間の地盤凍結としては、鋼管内に配置した凍結管で所定厚さの凍土を施工可能。 ・ 内空の建築条件を侵さないため、本線・ランプ線ともVASARAシールド工法により、拡幅するものとする。 ・ 二次覆工（SRC、RC 構造他）と複合して本体利用も可能。 	 <p style="text-align: center;">道路トンネルランプ部構築イメージ</p>
概略施工計画	<p>施工ステップ（*）</p>  <p style="text-align: center;">（*）本線・ランプトンネルともVASARAシールド工法による拡幅後の施工ステップとしている。</p> <p>上向き実大実験状況（2006年10月～）</p>  <p style="text-align: center;">上向き実大実験イメージ 模擬トンネル外観（施工総研内） 模擬トンネル坑内</p> <p style="text-align: right;">首都高新宿線富ヶ谷ランプ工事状況（2006年10月）</p> 	

<p>概略施工計画 (続き)</p>	<p>VASARAシールド工法 (拡幅工法)</p>  <p>VASARA - L工法</p>  <p>VASARA - S工法</p>			
<p>概略構造</p>	  <p>①線形等の条件 テーパー長 L=50m 加速車線長 L=220m 100m</p> <p>合流部平面イメージ 本線 ランプ 合流部縦断線形</p> <p>A-A 断面範囲 本線拡幅 B-B 断面範囲 本線拡幅 C-C 断面範囲 本線・ランプともに拡幅 D-D 断面範囲</p> <p>RC 躯体 桁高 1.2m</p> <p>RC 躯体 桁高 1.2m</p> <p>A - A 断面 B - B 断面 C - C 断面 D - D 断面</p>			
<p>開発段階</p>	<p>下向きパイプルーフは新宿線にて施工完了。上向きパイプルーフは実大の実証実験を実施中。今後、部材の安全性・耐久性について、施工ステップを追った詳細な解析と鋼殻とパイプルーフの接続構造について詳細な検討を予定。VASARAシールド工法 (拡幅工法) については、各種実証実験を終了し、現場適用実績 2 件。</p>	<p>実現可能時期</p>	<p>太径曲線パイプルーフ工法：2007年度。 VASARAシールド工法：2010年度頃を予定。</p>	
<p>環境条件</p>	<p>周辺地盤への影響</p>	<p>詳細検討は実施していない。委員会基本案 (導坑 + 曲線パイプルーフ + NATM) に対して、支保剛性は大きく、掘削範囲は小さくなるため、周辺地盤への影響が小さくなる判断している。</p>		
	<p>地下水への影響</p>	<p>地盤改良や地下水位低下工法等の補助工法は使用しないため、影響は小さいと考えられる。</p>		

工法名称	太径曲線パイプルーフ工法 + VASARAシールド工法 ～地下ランプの非開削施工技術～	備考
概略工期	(提出企業の要望により非公開)	
概算工費	(提出企業の要望により非公開)	
これまでに要した 技術開発費	<p>太径曲線パイプルーフ工法：合計11.5億円(人件費、社外支出合せて)</p> <p>内訳：開発コンセプトと机上検討：1.6億円 下向き工法の要素開発+実証実験：4.8億円 上向き工法の要素開発+実証実験：5.1億円</p> <p>VASARAシールド工法：合計11.9億円(人件費、社外支出合せて)</p> <p>内訳：開発コンセプトと机上検討：2.0億円 土槽実験：1.6億円 各種要素実験：2.4億円 小口径実証施工：1.3億円 中口径大深度実証施工：4.6億円</p>	
今後要する技術開発費	<p>太径曲線パイプルーフ工法：2006年度末で概ね開発完了し、フォローとして0.5億円程度必要。</p> <p>VASARAシールド工法：3億円</p>	
技術開発体制について	<p>太径曲線パイプルーフ工法：鹿島建設(株)・大成建設(株)・鉄建建設(株)・コマツ地下建機(株)の4社共同研究で技術開発を実施。 この工法は今後、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。</p> <p>VASARAシールド工法：マシン系：鹿島建設(株)・三菱重工(株)・川崎重工業(株)の3社共同研究で技術開発を実施中。 覆工系：鹿島建設(株)・石川島建機工業(株)・新日本製鐵(株)の3社共同研究で技術開発を実施中。</p> <p>なお、必要に応じて、マシン、及び覆工に関する共同研究の場を拡げることも考える。</p>	
連絡先	<p>鹿島建設株式会社 土木管理本部 土木技術部 グループ長 滝本 邦彦 電話番号 03-6406-7354 Mail takimotok@kajima.comT</p> <p>なお、本工法の共同研究開発メンバーは下記のとおりである。</p> <p>太径曲線パイプルーフ工法：鹿島建設(株)・大成建設(株)・鉄建建設(株)・コマツ地下建機(株) VASARAシールド工法(マシン系)：鹿島建設(株)・三菱重工(株)・川崎重工業(株) VASARAシールド工法(覆工系)：鹿島建設(株)・石川島建機工業(株)・新日本製鐵(株)</p>	

調査項目	内 容	備考
工法名称	MF式分岐・合流シールド工法（特開2006-22503）	
工法概要	<p>「MF式分岐・合流シールド工法」とは、本線は通常の円形シールドのままで、枝線部に三円形MFシールドを用いることにより、安全かつ合理的にシールドトンネルの分岐・合流を可能とするものです。</p> <p>本工法の特徴は以下のとおりです。</p> <p>枝線シールドは途中で形状変更を行わない特殊三円形MFシールドです。</p> <p>本線シールドは通常の円形シールドです。</p> <p>本線セグメント開口箇所の上下位置に枝線シールドの側円部を近接させるため、切掘り時の地山の露出は最小限とすることが可能です。これより地盤改良は在来の工法に対して極めて少なくすることが可能となります。</p> <p>トンネル内部に貫通桁を設置することにより、本線セグメントとランプシールドが締結され、更に枝線シールドの側円部も一体化構造となり十分な剛性が得られるため、外部の構造部材を必要としません。</p> <p>貫通桁設置時および切掘り施工時ともに、地山の露出は極めて少ない範囲であるため、最小限の地盤改良で安全な作業が可能です。</p>	 <p>工法概要図（完成時）</p>
概略施工計画	<p>< 施工フロー ></p>  <p>本線部を通常の円形シールドで掘進する。</p> <p>ランプ部を特殊三円形MFシールドで掘進する。</p> <p>先行構築した本線トンネルの開口上下位置に、ランプシールドの側円部を近接させ掘進する。</p> <p>近接箇所の上下に止水を目的とした地盤改良（凍結）を行なう。</p> <p>トンネル内部より貫通桁（H型鋼）を挿入し、セグメントと締結する。（これにより本線トンネルと枝線トンネルおよび側円部が一体化し、外部の構造部材が不要となる）</p> <p>セグメントを撤去し、開口部の切り掘りを行う。</p> <p>< 必要となる特徴的な事項 ></p> <ul style="list-style-type: none"> 貫通桁は0.75mピッチに設置するものとしていますが、この構造を成り立たせるためには、両トンネルのセグメントのリング継手の位置が合っていなければなりません。そのために、調整用寸法のセグメントを予め用意しておき、合流部直前位置で側方の貫通による位置確認を行なうことで調整を行なうものとします。 	

<p>工法名称</p>	<p>M F 式分岐・合流シールド工法 (特開 2 0 0 6 - 2 2 5 0 3)</p>			
<p>概略構造</p>	<p>< 概略構造図 ></p>  <p>テーパー長 L=50m 加速車線長 L=220m 100m</p> <p>本線</p> <p>ランプ</p> <p>貫通桁部詳細図</p> <p>C - C 断面構造図 (鋼製セグメント)</p> <p>D - D 断面構造図 (RCセグメント)</p> <p>部材寸法図</p> <p>ランプ線 貫通桁 本線</p> <p>< 構造概要 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・全体構造：セグメントの切り広げ部 (A - A ~ C - C 断面) については鋼製セグメントを使用するものとし、ランプ一般部 (D - D 断面) については RC セグメントを用いることで計画しています。なお、ランプ一般部にも必要外の補助トンネルが施工されますが、トータルコスト的に最適と判断しました。今後の検討により、換気や排水設備スペースとして利用することも可能と考えられます。 ・覆工構造：構造については、類似の分岐合流部の計算より得た結果を参考にして、相似則により覆工厚を推定しました。参考とした計算の手法は、緩み土圧を荷重として、はりばねモデルで解析によるものです。(なお試算したところ、山岳工法の考えを用いて、地山の物性も考慮した F E M 解析で計算を行なった場合は、はりばねモデルによる解析結果の半分程度の覆工厚で成り立つ結果が得られました) ・貫通桁構造：鋼製セグメントの幅は両トンネルとも 1.5m として、3 枚主桁タイプとして、その主桁間に貫通桁を設置し、一体構造とするものとしています。その接合方法については、貫通桁がセグメントのリブに囲まれたボックス構造であるため、桁にアンカー筋を溶接し、コンクリートを充填することにより、貫通桁とセグメントを剛結状態とすることで計画しています。このように桁部分は S R C 構造となりますが、現段階ではスチール部材のみを構造部材と評価して計算しています。 			
<p>開発段階</p>	<p>施工技術レベルとしては既存技術の組合わせであるため、十分実用レベルと考えます。また構造面においては、このような都市部における硬質地盤を前提とした設計手法が確立されていないため、実施設計段階で検討時間を要するものと考えます。</p>	<p>実現可能時期</p>	<p>左記の通り、現状にて実現レベルにあると考えます。</p>	
<p>環境条件</p>	<p>周辺地盤への影響</p>	<p>本合流部の断面幅は 29.3m と大きく、構造物の最大変位量は約 90 mm と推定されます (類似のはりばねモデル解析結果より)。また、この値から地表面の沈下量を jeffery の式を用いて推定すると 28 mm となり、勾配は最大でも 1/3200rad となりました。実際の施工においては、シールド掘進による地盤の変状も加算されるため、詳細な値は F E M 解析を行う必要がありますが、N 値の高い洪積地盤であることを考慮すると十分 1/1000rad 以下に収まるものと考えます。</p>		
	<p>地下水への影響</p>	<p>切り広げ時の補助工法としては、部分的な凍結工法のみであるため、水質や地下水流に影響を与えるものではありません。</p>		

工法名称 MF式分岐・合流シールド工法 (特開2006-22503)

主要工種	1年												2年		備考	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	13月	14月		
ランプシールド掘進 (370m ÷ 69m/月 = 5.4月)	[Blue bar from Jan to May]														max3.0R/日 × 2/3 = ave2.0R/日、2.0R/日 × 1.5m/R × 23日稼働 = 69m/月	
地盤改良凍結工(凍土造成)				[Green bar from Apr to Aug]												
貫通桁設置 (370m ÷ 110m/月 = 3.4月)							[Blue bar from Jul to Oct]									max4.0R/日 × 0.8 = ave3.2R/日、3.2R/日 × 1.5m/R × 23日稼働 = 110m/月
接続工 (370m ÷ 69m/月 = 5.4月)									[Blue bar from Sep to Feb]							2.0R/日 × 1.5m/R × 23日稼働 = 69m/月
仮設撤去、他														[Blue bar in Feb]		

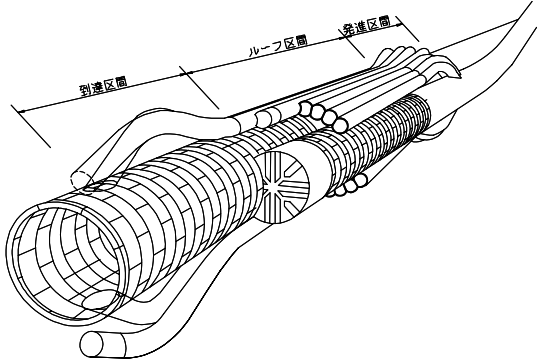
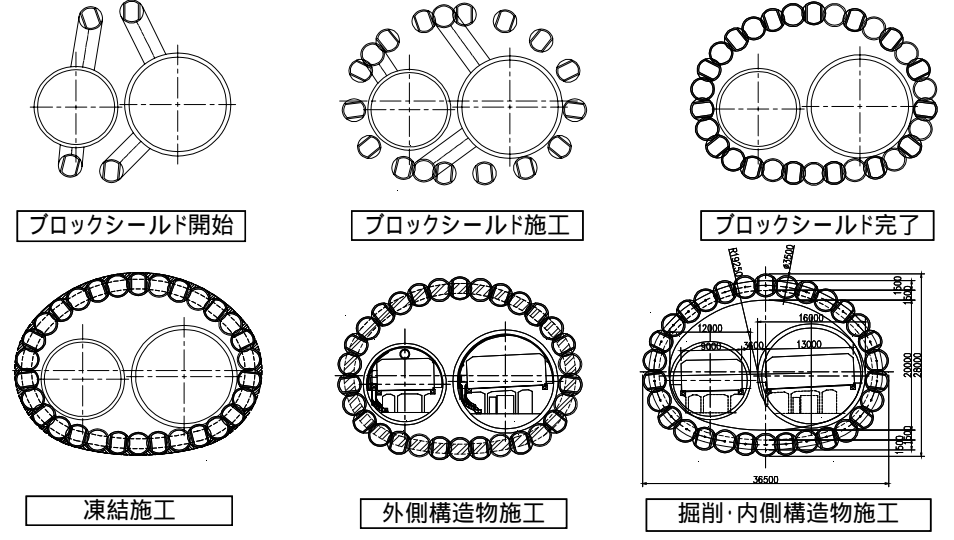
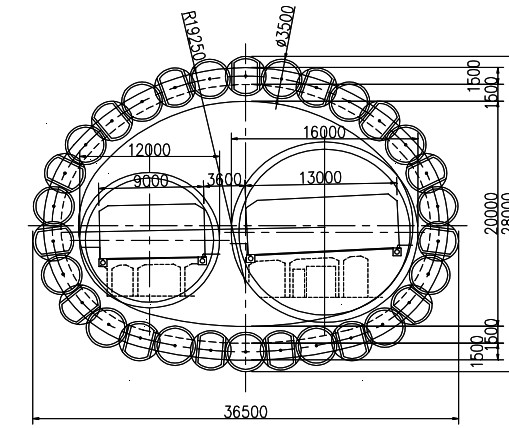
ランプシールドがC-C断面位置を通過した時点から起算

<工法の特徴的な工期的条件>
 本工法は、本線シールドが接合点C-C断面を通過した後にランプシールドを近接掘進させる手順とします。その理由は本線シールドをガイドとして、ランプシールドを限りなく近接させながら掘進させるためです。

項目	規格	数量	単位	単価(万円)	工事費(億円)	備考
シールド機	掘削外径 14.4m相当(泥水式)	1	機		48.4	MFシールドを参考 + 姿勢制御機構
セグメント	RC 1.5m*300R=450m	300	R	608.0	18.2	16万円/m3
セグメント	ST 1.5m*250R=375m	250	R	6270.0	156.8	33万円/t
掘進工	掘削断面積163㎡	825	m	237.8	19.6	シールド掘進、土砂処分、その他仮設備及び材料工費共一式
一次覆工		825	m	28.2	2.3	セグメント搬入・組立、搬入設備、その他一式
裏込注入	注入率150%	825	m	11.0	0.9	材料工費共一式
発進工、その他		1	式		12.3	坑口工、支圧壁工、発進受け台、鏡切り工、その他一式
ランプシールド工 小計					258.6	3134万円/m
地盤改良	凍結工法	380	m	710.0	27.0	
カンザシ		1	式		14.0	
切上げ		1	式		3.8	
分岐・切上げ工 小計					44.8	
ランプシールド及び切上げ工 計					303.3	
本線セグメント増分		150	R	5074.0	76.1	ST:33万円/t RC:16万円/m3
直接工事費 計					379.5	億円

<工費算出条件>
 工費は分岐合流部工事費の他にランプシールドトンネル工事費と本線シールドトンネルのセグメントの増額分を含めています(ランプシールドの発進立坑費は含まず)。ここでの仮定条件は以下の通りです。
 ・ランプシールドトンネル:延長450mと仮定。
 ・本線セグメント増分:本線の一般部をRCと仮定し、特殊桁厚鋼製セグメントへの変更による増額を推定。
 (追記事項)
 ・今回、地盤改良は凍結工法を前提に試算しましたが、検討次第では薬液注入による地盤改良の適用も考えられ、その場合は20億円程度のコストダウンが可能と思われます。
 ・分岐合流部のセグメントは全て鋼製セグメントで計画していますが、詳細検討により合成セグメントなどの適用も十分可能であり、更なるコストダウンの余地は十分にあるものと考えます。
 注)以上の金額については仮定をもとに推定したものであり、積み上げによる積算でないことをご了承お願いいたします。

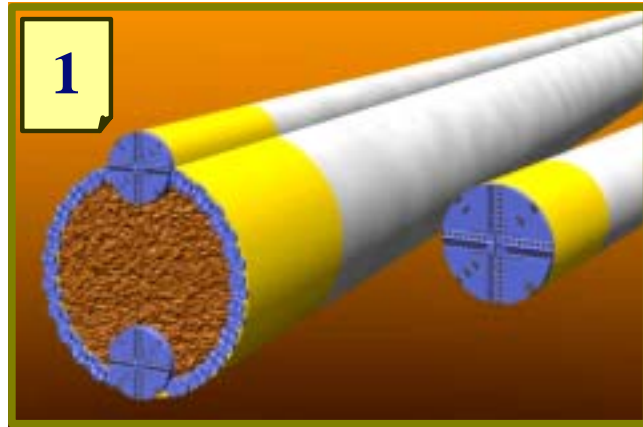
工法名称	MF式分岐・合流シールド工法（特開2006-22503）	
これまでに要した技術開発費	約500万円（試設計他）	
今後要する技術開発費	約1000万円（詳細設計他）	
技術開発体制について	<p>本工法は、施工面においては既存技術の組合わせであり既に実現可能レベルですが、覆工構造の合理化が今後の課題であると考えています。</p> <p>本件のように断面寸法幅が2.9mの大断面扁平形状構造物を一般的なセグメントの設計手法で計算すると、かなりの部材厚が必要となり、また変形量も大きくなります。但し、本件の地盤はN値の高い洪積地盤であり、都市 NATM の考え方を適用することも十分可能と考えます。このあたりの設計手法を確立することにより、工事費に大きなウェイトを占める覆工の合理化が可能となります。そのためには、学術業界の協力の協力が是非とも必要と考えます。</p>	
連絡先	<p>株式会社熊谷組 土木事業本部 シールド技術部</p> <p>TEL 03-3235-8649</p> <p>mkawagoe@ku.kumagaigumi.co.jp</p>	

調査項目	内容		備考
<p>工法名称</p>	<p>ブロックシールド工法 (特開2006-169924)</p>		
<p>工法概要</p>	<p>・本線・支線シールド施工後に複数の小断面のシールドにて切り抜け部の防護を行う。 ・小断面シールド(以下ブロックシールドと称す)は本線・支線シールドトンネルから斜めに発進し、切り抜け区間では縦断方向のルーフとして使用する。 ・ブロックシールドの発進到達は本線・および支線シールドから斜め発進・到達を行い、発進到達立坑の大深度地中設置を省略するとともに回収したシールド機は転用する。 ・ブロックシールドは外径 2.5~3.4mを予定しており、切り抜け区間防護に必要な本数を本線・支線シールドより多段発進させる。 ・ブロックシールドは斜め発進後に急曲線推進にて方向を変え、ルーフ区間では並行に推進し、到達前は再度急曲線推進して斜め到達させる。 ・ブロックシールドは鼓型と円形の1種類の鋼製セグメントを交互に配置し、ルーフ間距離を縮小し、ルーフ横断方向の接合面積を確保する。 ・鼓型鋼製セグメントの欠円部は切削可能な材質を接続し、組立て時の外面は円形とする。 ・ブロックシールドは土質条件などにより本・支線間のみルーフ構築する場合や、本・支線を取り囲むようにルーフ構築することも可能である。 ・ブロックシールドにてルーフ部の施工を終えた後に横断方向に接続させ、ルーフを構築する。 ・ルーフ構築後は本・支線の切り抜け部の掘削を行うが、必要に応じ中間支柱を設けルーフ変形を抑制しながら掘削する。 ・ルーフ構築後は本・支線の切り抜け部の本体構造物を開削工法と同様に安全・確実に築造することを可能とさせる技術である。</p> <p>- 特徴 - 地盤改良範囲の削減:大深度の土水圧はブロックシールドにて対抗するため、凍結などの地盤改良範囲を縮減し、工期・コストとも削減可能です。 ブロックシールド機は回収・再利用するためコストを低減できます。 斜め発進・到達により大深度地下でのルーフ用立坑設置を省略できます。</p>		 <p>ブロックシールド概念図</p>
<p>概略施工計画</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>本線・支線のシールド施工完了(通過)</p> <p>↓</p> <p>本線・支線シールドよりブロックシールドを多段発進・到達</p> <p>↓</p> <p>ルーフ施工完了後に妻部とブロックシールド表面凍結を行い、横断方向に接続</p> <p>↓</p> <p>ブロックシールドに本体構造物(外側)を打設しルーフ構築完了</p> <p>↓</p> <p>切り抜け部を掘削</p> <p>↓</p> <p>ブロックシールド内側の本体構造物を築造する。道路用構造物他は別途とする。</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>ブロックシールド開始 ブロックシールド施工 ブロックシールド完了</p> <p>凍結施工 外側構造物施工 掘削・内側構造物施工</p> </div> </div> <p>・ブロックシールドは本・支線シールドから斜め発進・到達し、シールド機は再利用する。 ・ブロックシールドは鼓型セグメントから先行施工し、円形セグメント側は後施工する。 ・ブロックシールドには3次元急曲線施工と近接施工の技術が必要。 ・止水凍結後にブロックシールド内に外側構造物を築造し、内側構造物と一体化させる。</p>		
<p>概略構造</p>	 <p>・ブロックシールド内に築造される外側構造物はh=1.5m(有効断面)の厚さであり、掘削時はルーフ支保工とする。</p> <p>・切り抜け掘削内に築造される内側構造物はh=1.5mの厚さであり、外側構造物と合せてh=3.0mの本体構造物とする。</p> <p>・構造物厚さは作用荷重を土圧1D程度+水圧+上載荷重とし、フレーム計算での試算結果による。</p>		
<p>開発段階</p>	<p>現在、下記の課題に取り組み中である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シールド坑内からの斜め発進、到達方法(セグメント補強構造、発進部覆工材質、特殊坑口リング等)と工期短縮 ・ブロックシールドの姿勢、線形管理 ・2層に施工する本体構造物の設計評価方法 ・ブロックシールド縦断方向の剛性アップ ・ブロックシールドの環状断面の縦断方向での縮小 ・内部掘削、本線・ランプシールド撤去、本体構築の施工ステップを考慮した影響解析 	<p>実現可能時期</p>	<p>5年後を想定</p>
<p>環境条件</p>	<p>周辺地盤への影響 今回はブロックシールド内に施工する有効高さ1.5mの本体構造物を利用して掘削するためルーフの変形を抑制している。</p> <p>地下水への影響 凍結工法などの地盤改良範囲を最小限に止められるため、地下水への影響は少ないと判断している。</p>		

調査項目		備考
工法名称	ブロックシールド工法 (特開2006-169924)	
概略工期	約65ヶ月 本線・支線シールド施工完了後にブロックシールド施工開始	
概算工費	約310億円	
これまでに要した技術開発費		
今後要する技術開発費		
技術開発体制について	建設会社単独での開発は限度があり、官・学・産の共同開発で実証実験などを行い、実施工につなげていくような体制が必要と思われる。	
連絡先	〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1 tel:06-6244-3682 fax:06-6244-3676 ㈱鴻池組 土木技術部 石倉洋一	

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 data-bbox="1308 304 2599 1102" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="507 1549 1018 1898" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1092 1549 1596 1885" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1970 1566 2466 1906" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">リングランプシールド工法の施工概念図</p> <p style="text-align: center;">リングランプシールド工法の完成概念図 (GSE リング工法と同一仕様)</p>	

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、底版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

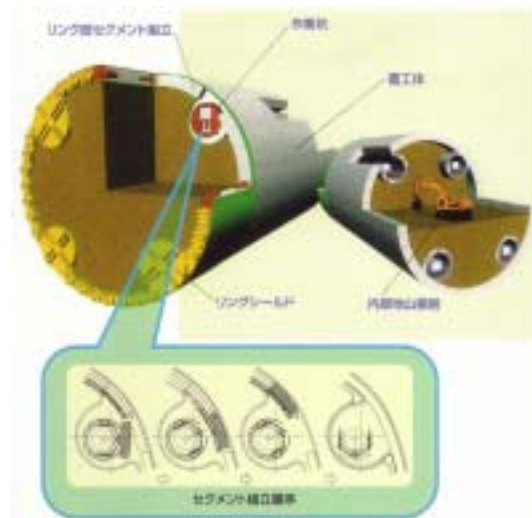
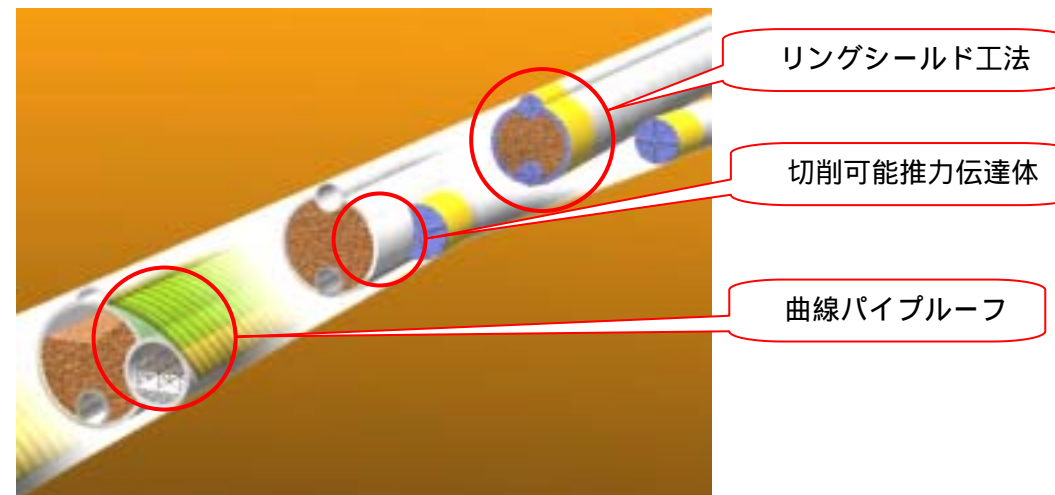
ランプ部の構築は、後行のランプ部用シールドトンネルで本線シールドトンネルの「切削可能推力伝達体」を切削して行います。この本線トンネル切削は、本線トンネル内部に地山が残っている状態で行います。

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	○	○	○	○

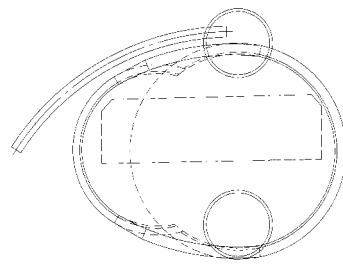
< 切削可能推力伝達体の材料比較例 >



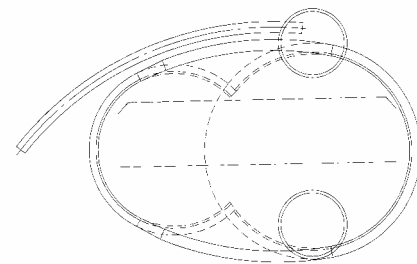
< 曲線パイプルーフの概念図および装置先端部 >

< 構造モデル >

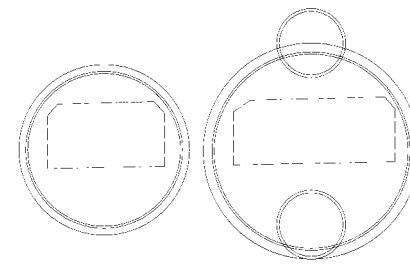
GSE リング工法の断面概要を以下に示します。



A-A 断面



B-B 断面

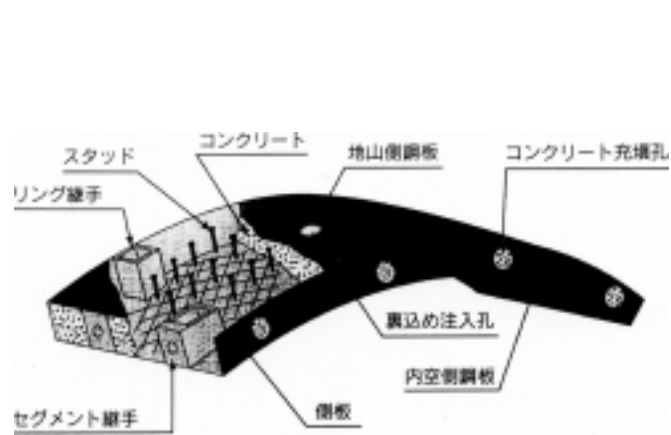


C-C 断面

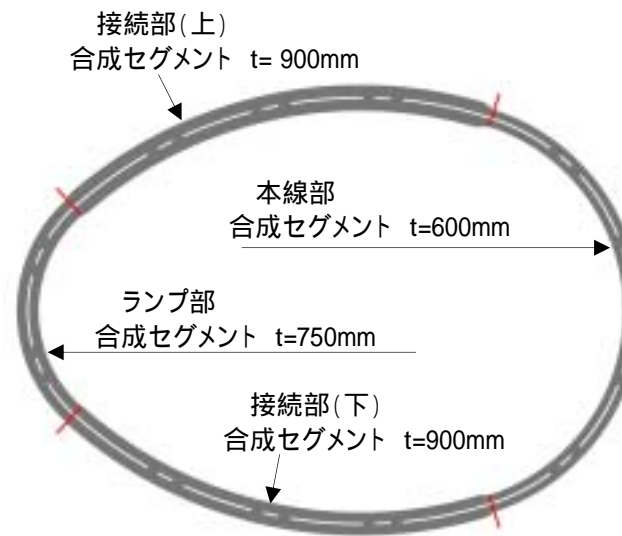
完成時の構造は、過去に行った試算の結果、下図のような全面鋼板型合成セグメント構造で、部材厚さを位置ごとに变化させるものとした。

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。

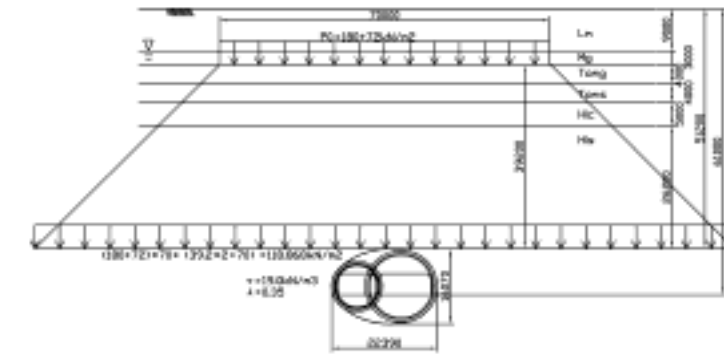
構造計算は、平面骨組み解析モデル（フレーム計算）にて断面力を算出し、発生する応力度が許容応力度内であることを確認する方法で行った。



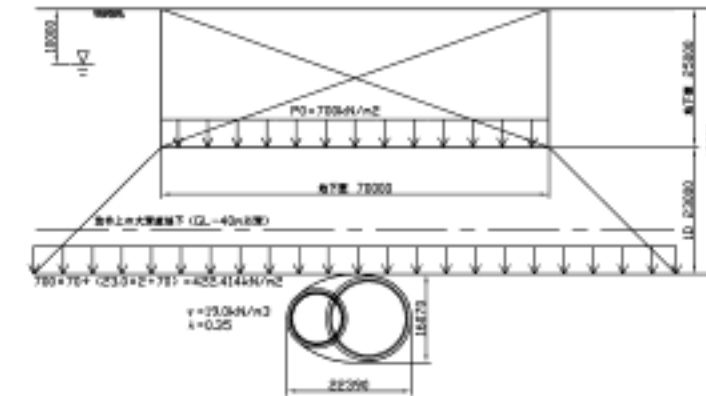
合成セグメント概要図



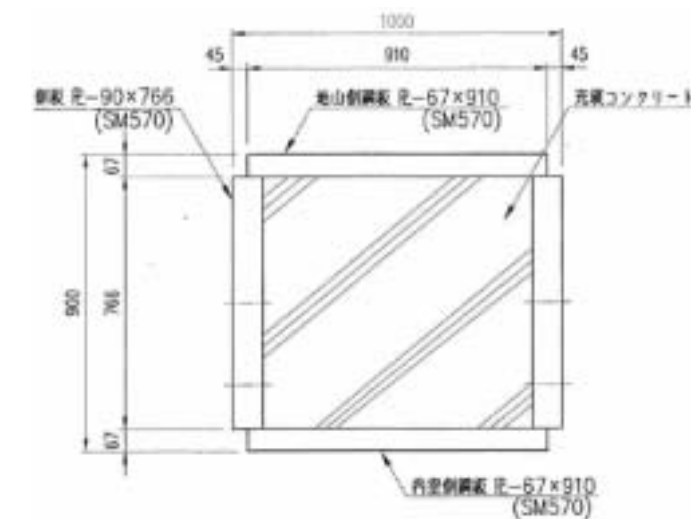
完成時全体構造概要図



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

概略構造

<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>< 透水性回復型裏込め注入工法 > シールドトンネルによる地下水流動阻害を防止するために、透水性回復型裏込め注入工法を開発しています。 本工法はセグメントと地山の隙間に注入する裏込め材を、注入した数日後に透水性をもつ多孔質体に変化させて、広い通水面を確保し、地下水の自然な流下を遮断しない工法です。</p> <p>透水性回復型裏込め注入工法の概念図</p> <p>最適区間だけに使用した場合の概念図</p> <p>集水用セグメントと組み合わせた例</p> <p>通水確認状況 水みちからの噴水</p> <p>模型による透水性確認実験</p> <p>< 特徴 > 1. 通常の裏込め注入設備をそのまま利用できる。 2. 溶解性繊維が多孔質体となり、水みちを形成する。 3. 繊維溶解後も裏込め材としての強度を保持する。 4. 充填性がよく、打設直後の止水性は確保できる。</p> <p>透水性回復型裏込め材料 (透水係数: $1.0 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 程度)</p>	
	<p>地下水への影響</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	<p><GSE リング工法> 全体工期：65 ヶ月</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>工種</th> <th>月数 ヶ月</th> <th colspan="14">月数</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>10</th><th>20</th><th>30</th><th>40</th><th>50</th><th>60</th><th>70</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><td></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><td></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><td></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><td></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><td></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><td></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><td></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><td>■</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><td></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><td></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><td></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><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	工種	月数 ヶ月	月数																10	20	30	40	50	60	70	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												■				<p><ランプリングシールド工法> 全体工期：60 ヶ月</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>工種</th> <th>月数 ヶ月</th> <th colspan="14">月数</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>10</th><th>20</th><th>30</th><th>40</th><th>50</th><th>60</th><th>70</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><td></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><td></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><td></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><td></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><td></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><td></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><td></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><td>■</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><td></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、ロックポルト</td><td>18.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></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><td></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><td></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><td></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><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td></tr> </tbody> </table>	工種	月数 ヶ月	月数																10	20	30	40	50	60	70	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、ロックポルト	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	月数																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		10	20	30	40	50	60	70	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	月数																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		10	20	30	40	50	60	70	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、ロックポルト	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	<p>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</p>	<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	<p>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。</p> <p>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</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
連絡先	五洋建設株式会社 土木部門 土木本部 土木設計部 川上治 TEL：03-3817-7803 FAX：03-3817-7805 Eメール：Osamu.Kawakami@mail.penta-ocean.co.jp																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												