

北鎌倉隧道安全対策検討業務委託

第1回委員会資料

ライナープレート仮設工

平成28年11月10日

一般社団法人日本トンネル技術協会

目 次

1. ライナープレート仮設工検討	P. 1
2. 内空断面の検討	P. 1
3. 平面・横断イメージ図	P. 5

【参考資料】

- (1) 構造計算等
- (2) 構造計算結果
- (3) ライナープレート詳細図 (参考図)

1. ライナープレート仮設工検討

1.1 ライナープレート設計の概要

北鎌倉隧道のライナープレート仮設工は、「ライナープレート設計・施工マニュアル H12.6 コルゲート・ライナー技術協会」に準拠し設計を行うものとし、設計の際には一般の道路通行の安全確保が必須であるが、北鎌倉隧道の原状をできる限り保全する視点で検討を行う。

(1) 設計の手順

トンネル用ライナープレートの設計は、まず必要なトンネル断面からライナープレートの形状と寸法を決定し、次にそれに作用する適切な荷重を算定してライナープレートの板厚、及び補強リングのピッチ等を定める。トンネル用ライナープレートの設計は一般にその横断面方向についてのみ行う。

トンネル用ライナープレートの設計手順をフローチャートで示すと次のようになり、これに準じて検討を行うものとする。

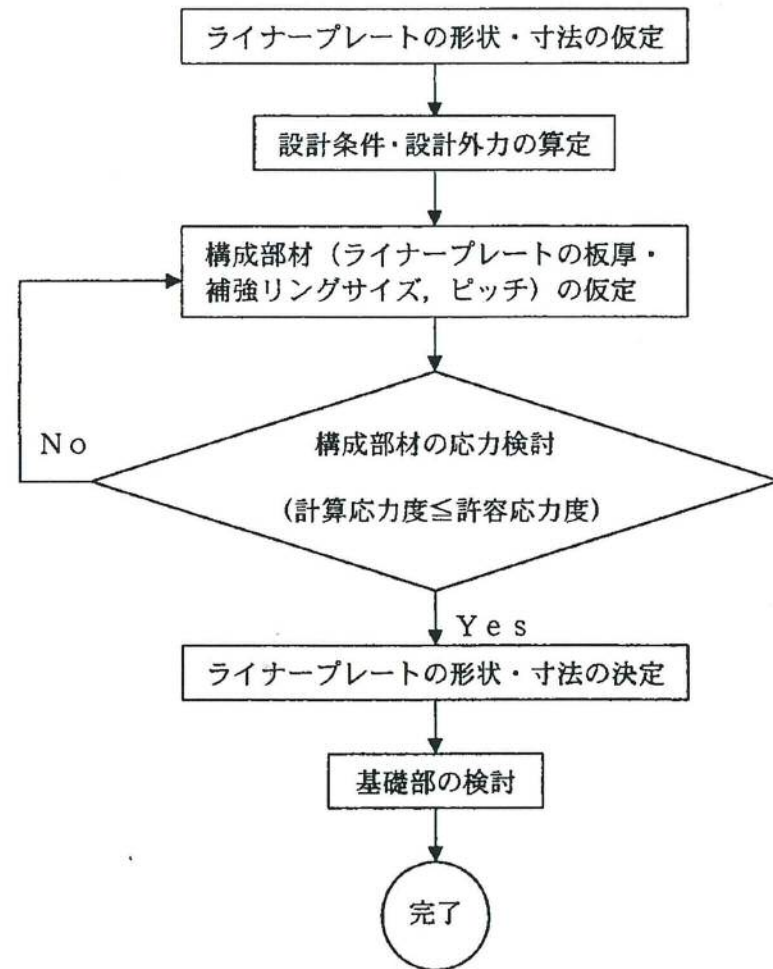


図 1-1 横坑用ライナープレートの設計フローチャート

出展：「ライナープレート設計・施工マニュアル H12.6 P.109」

2. ライナープレート仮設工内空断面の検討

2.1 歩道幅員の比較

ライナープレート仮設工に先立ち、道路幅員について「道路構造令の解説と運用 平成 27 年 6 月」に準じて比較すると次のようになる。なお、道路幅員は道路構造令 p-35 の第 39 条及び第 40 条による。

表 2.1 歩道道幅員の比較

	現況トンネル幅員	道路構造令の解説と運用
		歩行者専用道路の幅員 (道路構造令 p-592)
幅員構成	掘削幅：最小 2.5m 程度 掘削高：最小 2.0m 程度 最小幅員は 2.5m 程度であるが、建築限界高さ 2.5m を満足できない状態である。 ※現況では、歩行者・自転車・小型の自動車 (H=1.48m, W=1.7m 程度) が通行していた。	通行幅： 2.0m 側方余裕： — 幅員： 2.0m 第 40 条第 1 項に、幅員は、当該道路の存する地域及び歩行者の交通状況を勘案して、2.0m 以上とされる。
幅員の概要図		
建築限界		

2.2 道路構造令に準拠した内空断面の検討

前項において、「表 2.1 歩道道幅員の比較」により確認された道路幅員を基準に、内空断面を検討すると次のようになる。

表 2.2 道路構造令に準拠した内空断面

		歩行者専用道路の幅員に準拠したトンネル断面	
設計条件		<ul style="list-style-type: none"> ・施工余裕：5cm（建築限界と覆工仕上がり面との余裕量「道路トンネル技術基準（構造編）・同解説 p-95」） ・内空断面形状はトライアル計算により最小断面を選定する。 ・アーチ半径は、H形鋼（H100×100）の冷間加工最小曲げ半径（1200mm）を考慮し、1150mm 以上とする。 	
断面諸元	上半半径（m）	1.200	
	下半高さ（m）	2.200	
	扁平率	1.42	
	内空断面積（㎡）	7.543（現況断面積 4.541）	
断面図			
既設トンネル挿入断面			
評価		道路構造令及び道路トンネル技術基準に準拠したトンネル断面では、現況トンネル断面を侵す	

2.3 ライナープレート仮設工内空断面の検討

本業務では、北鎌倉隧道が存する尾根及び隧道本体が将来の史跡の指定（拡大）を前提とし、文化財的保全等の検討を行うものであり、ライナープレート仮設工は原型を極力変更しないことが望まれる。しかしながら、前項において道路構造令及び道路トンネル技術基準に準拠したトンネル断面では、現況トンネル断面を侵すことが確認された。

そのため、ライナープレート仮設工は一般の道路通行の安全確保が必須であるが、北鎌倉隧道の原状をできる限り保全する視点で検討を行うこととし、原型を極力変更しない案と天井高（有効）1.75mを確保する案の検討を行う。

また、歩道の道路幅員について道路構造令では 2.0m以上確保とあるが、現況のトンネル断面の建築限界は H=1.5m, W=2.0m 程度となり、すでに道路幅員が 2.0m 程度であるため、ライナープレートの設置幅を考慮すると道路幅員は 2.0m 以下での検討が必要となる。

道路幅員の検討にあたり「NEXCO 設計要領第三集トンネル建設編 H28.8」では、トンネルの監視員通路の歩行空間標準寸法の幅は 0.75m とある。当該トンネルにおいては、「NEXCO 設計要領第三集トンネル建設編 H28.8」を参考に、大人 1 人が通行する道路幅員を 0.75m 以上と設定して内空断面を検討することとし、次ページに比較案を示す。

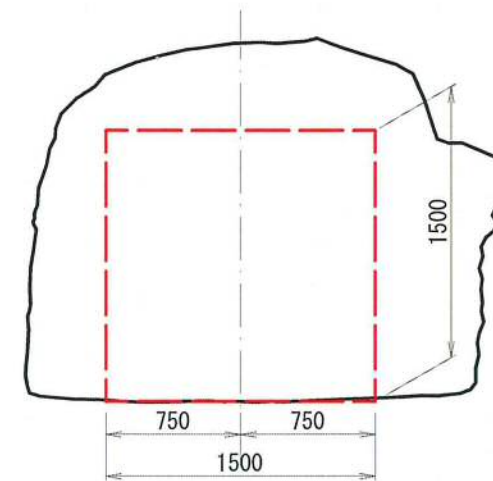


図 2-1 H=1.5m, W=1.5m の建築限界模式図
（原型を極力変更しない案）

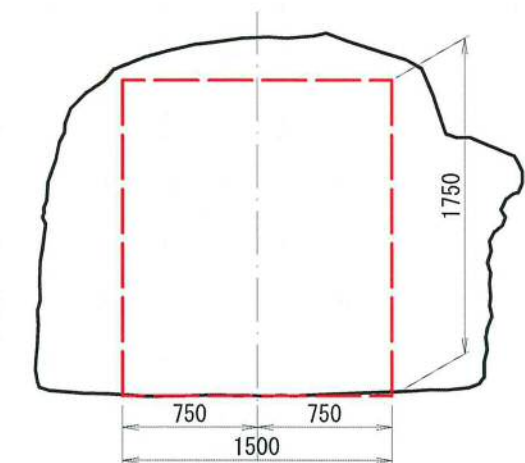


図 2-2 H=1.75m, W=1.5m の建築限界模式図
（天井高 1.75m を確保する案）

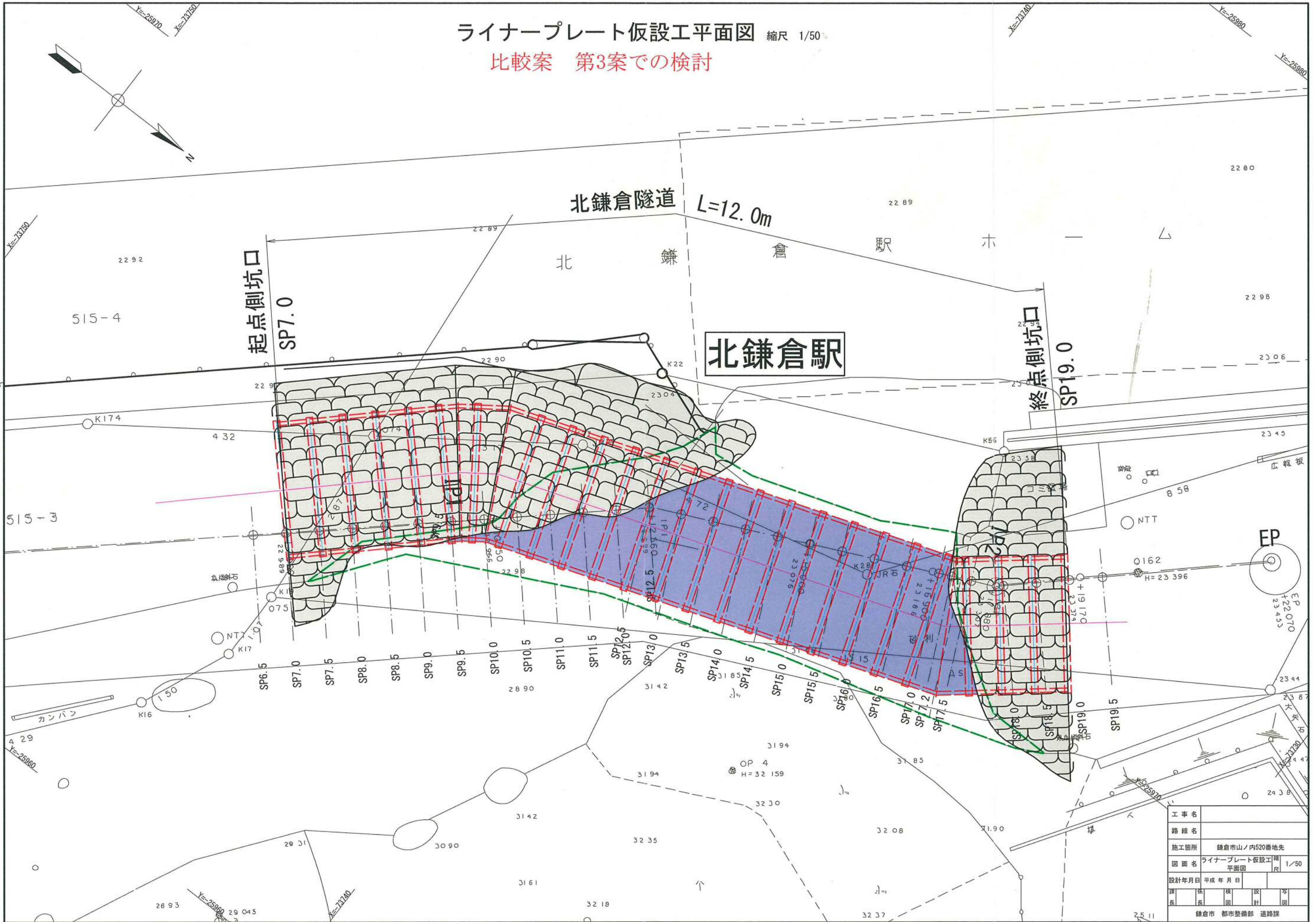
北鎌倉隧道 ライナープレート仮設工内空断面比較表 (1)

案	第1案：建築限界 H=1500、W=1500	第2案：建築限界 H=1750、W=1500	第3案：建築限界 H=1500、W=1200
選定概要	大人 (175cm程度) がすれ違える断面	大人 (175cm程度) がすれ違える断面	学童 (150cm程度) がすれ違える断面
横断面			
通行時概要図			
地形・地質概要	<ul style="list-style-type: none"> 凝灰砂岩と砂岩の互層で構成されている。 現状のトンネル土被りは中央付近で3~6m程度であるが、急崖地形に位置しているため谷側斜面となる駅ホーム側の側面土被りは、30cm~50cmと薄い箇所も存在する。 現状の坑口部は地山の小尾根の張出に沿っているため、両坑口とも斜面斜交型地形となり一部オーバーハングとなる。※SP12.50及びSP13.00の地形は、H28.8.11に崩れた箇所となる。 		
現況トンネル内空断面の概要	<ul style="list-style-type: none"> 掘削幅 最小W=2.5m程度、掘削高 最小H=2.0m程度。 現況では、歩行者、自転車、小型の自動車 (H=1.48m、W=1.7m程度) が通行していた。 		
内面素掘り表面、形状を保持する	△	△	×
尾根の形状を保持する	○	○	○
横須賀水道管への影響	△	△	△
歩行者のすれ違い	○	○	○
トンネル中央部の高さ	○	○	○
鋼製支保工曲げ半径	△	△	△
総合評価			
コメント			

北鎌倉隧道 ライナープレート仮設工内空断面比較表 (2)

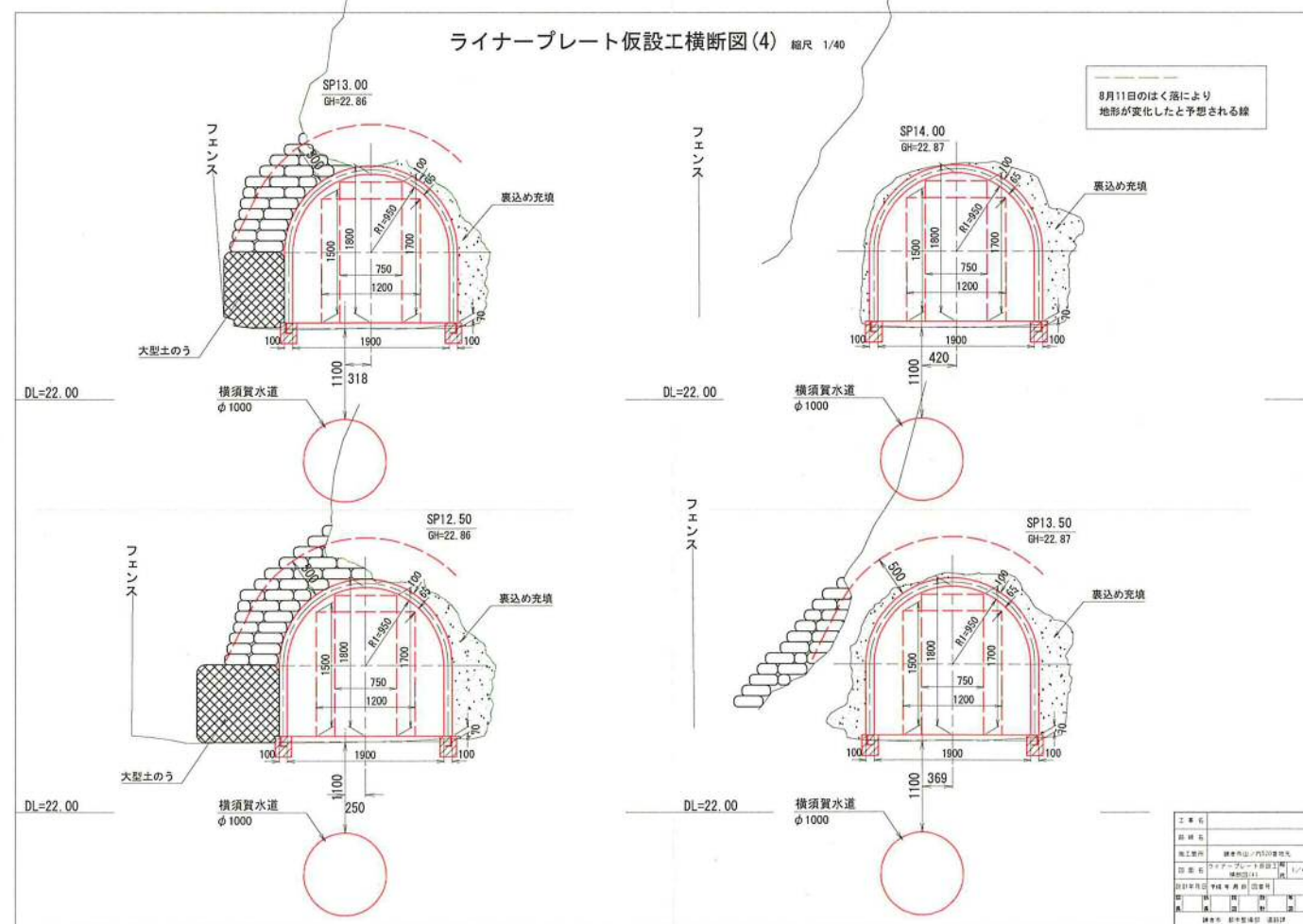
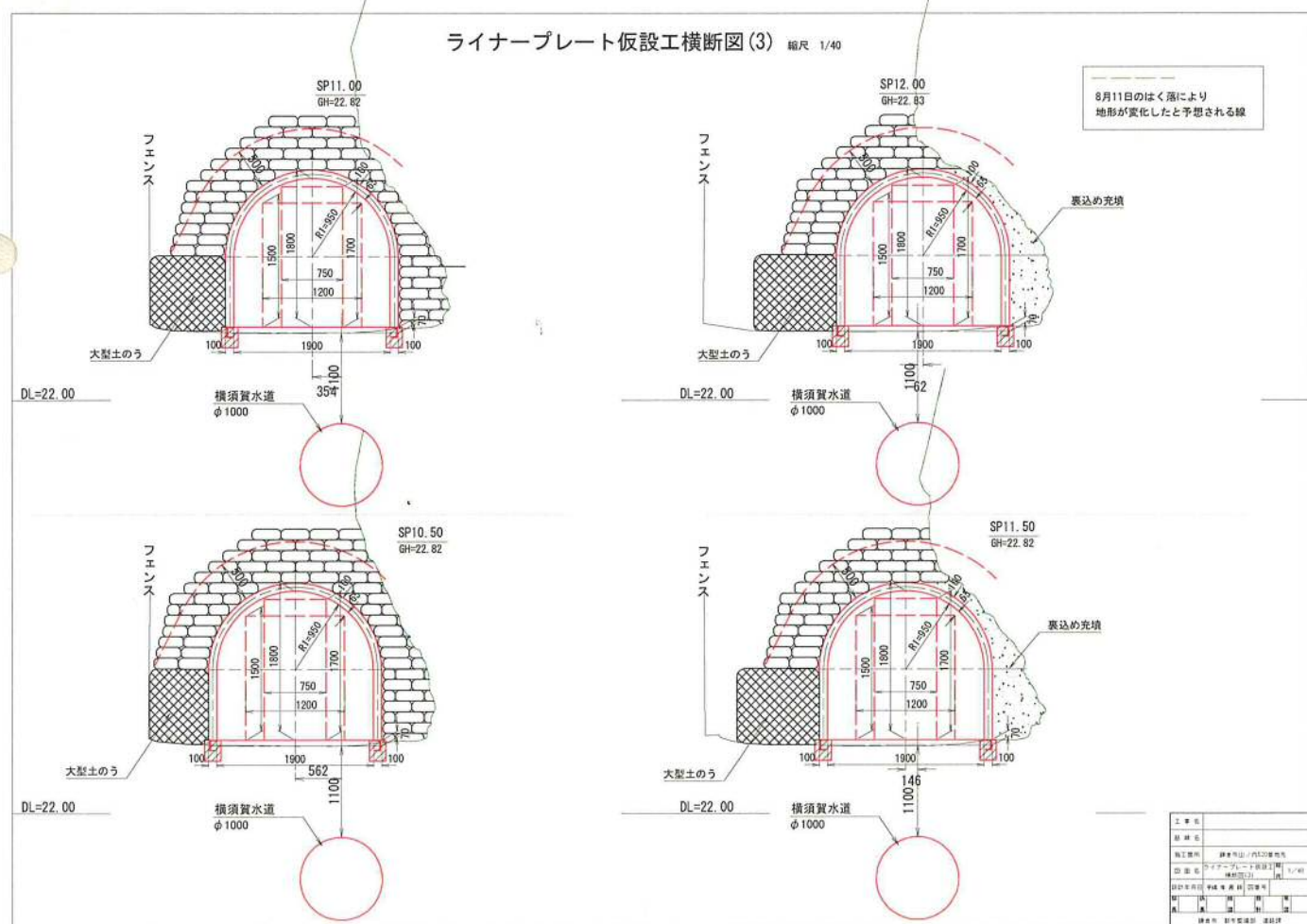
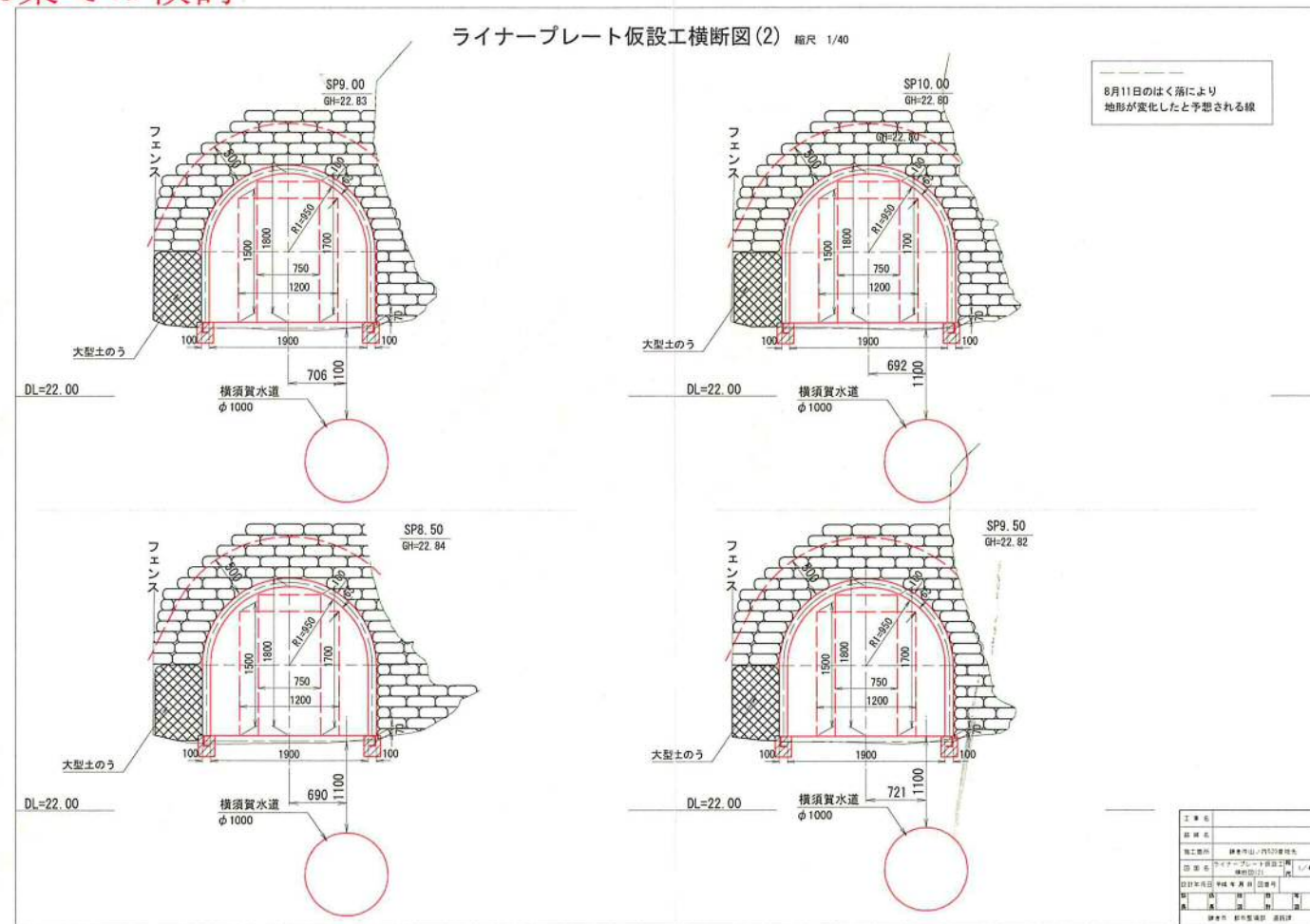
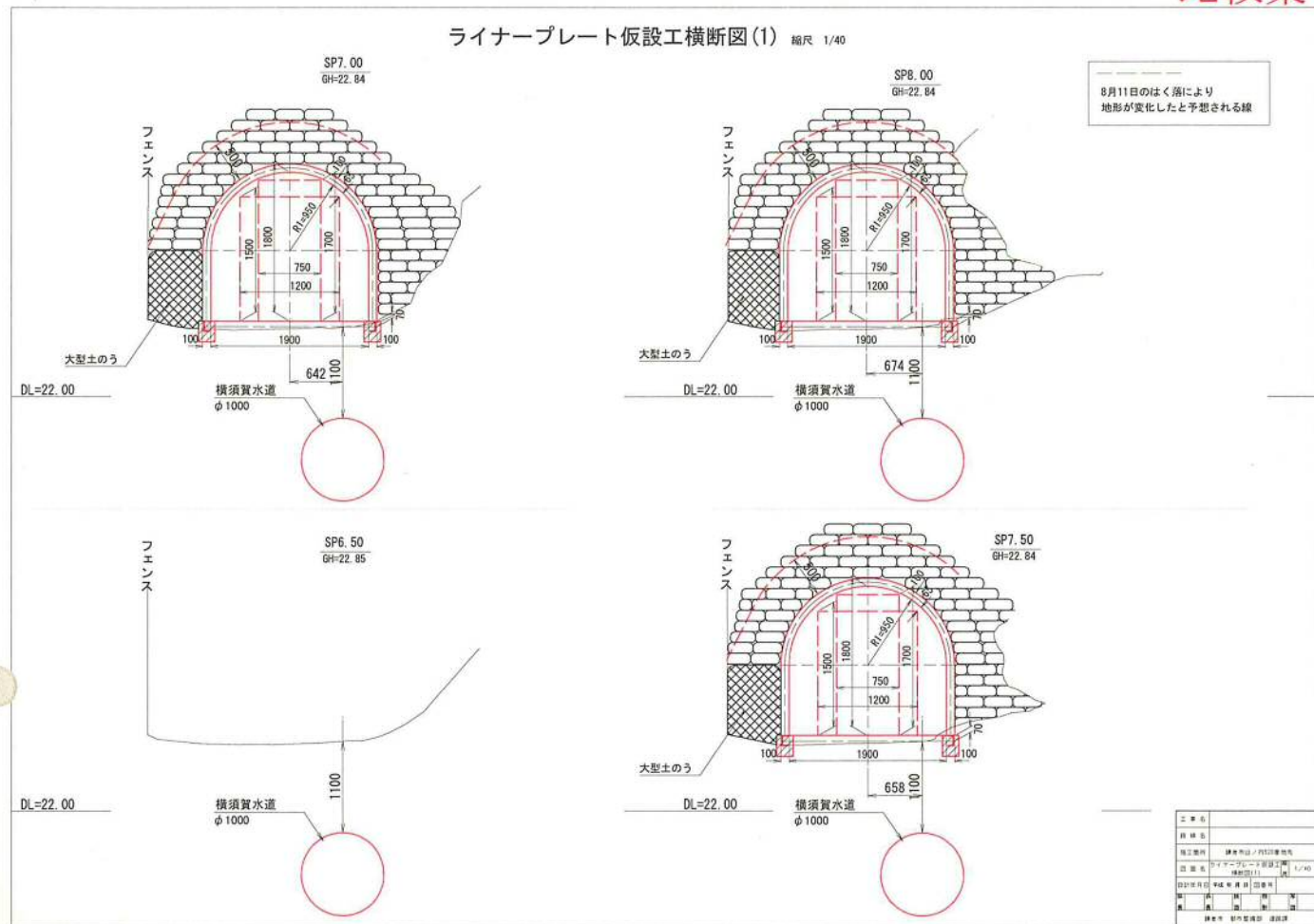
案	第4案：建築限界 H=1500、W=1200	第5案：建築限界 H=1500、W=1000		
選定概要	H-100鋼製支保の冷間加工曲げ半径を考慮した断面	H-100鋼製支保の曲げ半径を考慮し、地山に接触しない断面		
横断面				
通行時概要				
地形・地質概要	<ul style="list-style-type: none"> 凝灰砂岩と砂岩の互層で構成されている。※SP12.50及びSP13.00の地形は、H28.8.11に崩れた箇所となる。 現状のトンネル土被りは中央付近で3~6m程度であるが、急崖地形に位置しているため谷側斜面となる駅ホーム側の側面土被りは、30cm~50cmと薄い箇所も存在する。 現状の坑口部は地山の小尾根の張出に沿っているため、両坑口とも斜面斜交型地形となり一部オーバーハングとなる。 			
現況トンネル内空断面の概要	<ul style="list-style-type: none"> 掘削幅：最小W=2.5m程度、掘削高：最小H=2.0m程度。 現況では、歩行者、自転車、小型の自動車 (H=1.48m, W=1.7m程度) が通行していた。 			
内面素掘り表面、形状を保持する	<ul style="list-style-type: none"> 側壁部で接触する箇所はないが、アーチ天端部を約7cm程度掘削する必要がある。 	△	<ul style="list-style-type: none"> アーチ部及び、側壁部において接触する箇所がない。 	○
尾根の形状を保持する	<ul style="list-style-type: none"> 尾根部に土のうを積む箇所があるが、掘削は発生しないため形状を保持できる。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 尾根部に土のうを積む箇所があるが、掘削は発生しないため形状を保持できる。 	○
横須賀水道管への影響	<ul style="list-style-type: none"> 大規模な路盤掘削は行わないため、直接水道管への影響はないが、水道管の直上にライナープレートを設置する形となる。 	△	<ul style="list-style-type: none"> 大規模な路盤掘削は行わないため、直接水道管への影響はないが、水道管の直上にライナープレートを設置する形となる。 	△
歩行者のすれ違い	<ul style="list-style-type: none"> 身長175cm程度の大人のすれ違いはできないが、学童 (身長150cm程度) のすれ違いは可能。トンネル中央部は歩行幅0.75m確保している。 	△	<ul style="list-style-type: none"> 身長175cm程度の大人のすれ違いができず、学童 (身長150cm程度) のすれ違いも余裕がほとんどない。トンネル中央部は幅0.75m確保している。 	△
トンネル中央部の高さ	<ul style="list-style-type: none"> トンネル中央部の高さは約190cmあるが、支保工の曲げ半径を考慮した断面のため、アーチ部の内空に余裕があまりない狭隘な断面となる。 	×	<ul style="list-style-type: none"> トンネル中央部の高さは179cmとなり、支保工の曲げ半径を考慮した断面のため、アーチ部の内空に余裕がほとんどない狭隘な断面となる。 	×
鋼製支保工曲げ半径	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製支保工曲げ半径はH-100型の冷間加工最小曲げ半径の1.2mとなる。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製支保工曲げ半径はH-100型の冷間加工最小曲げ半径の1.2mとなる。 	○
総合評価				
コメント				

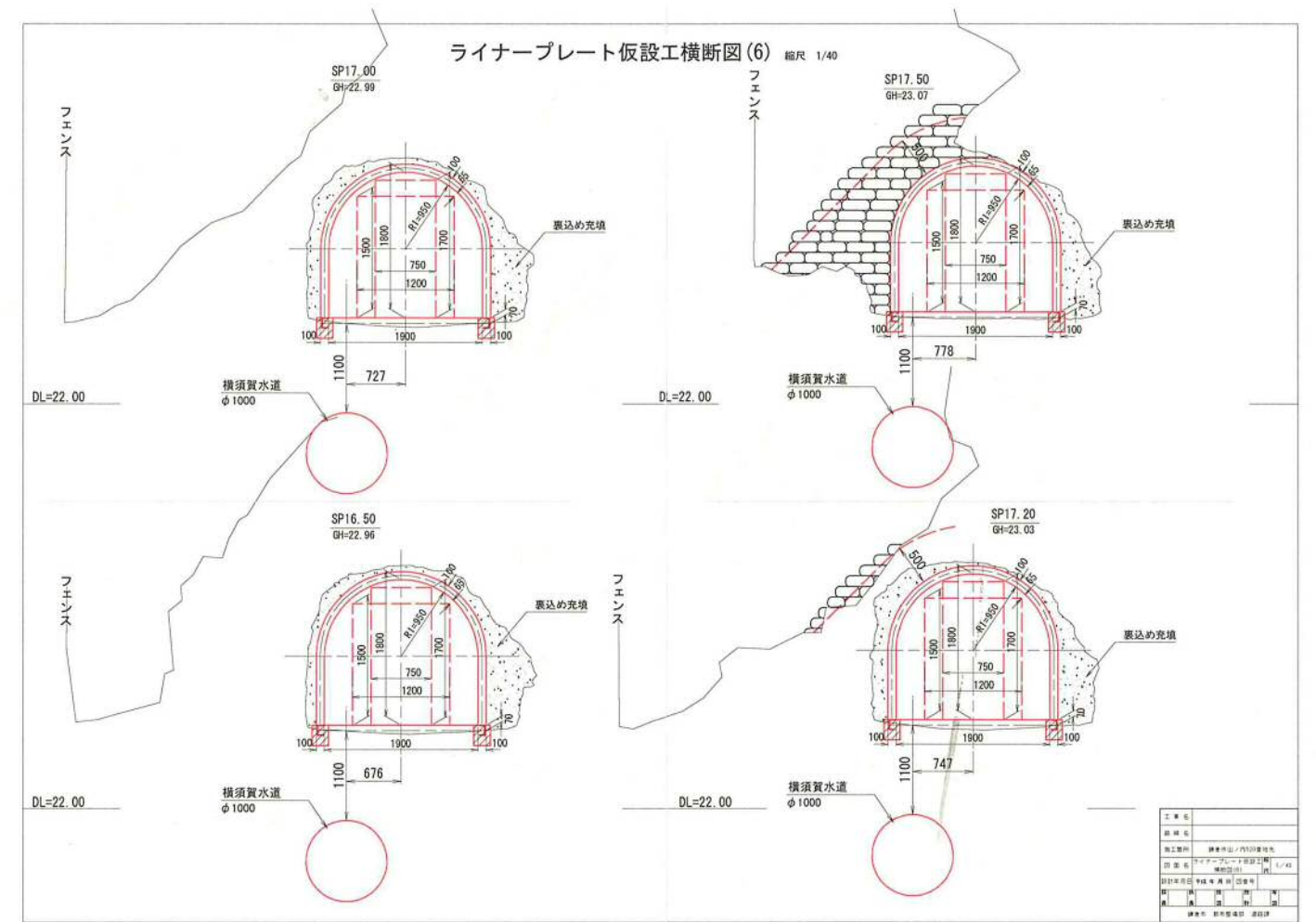
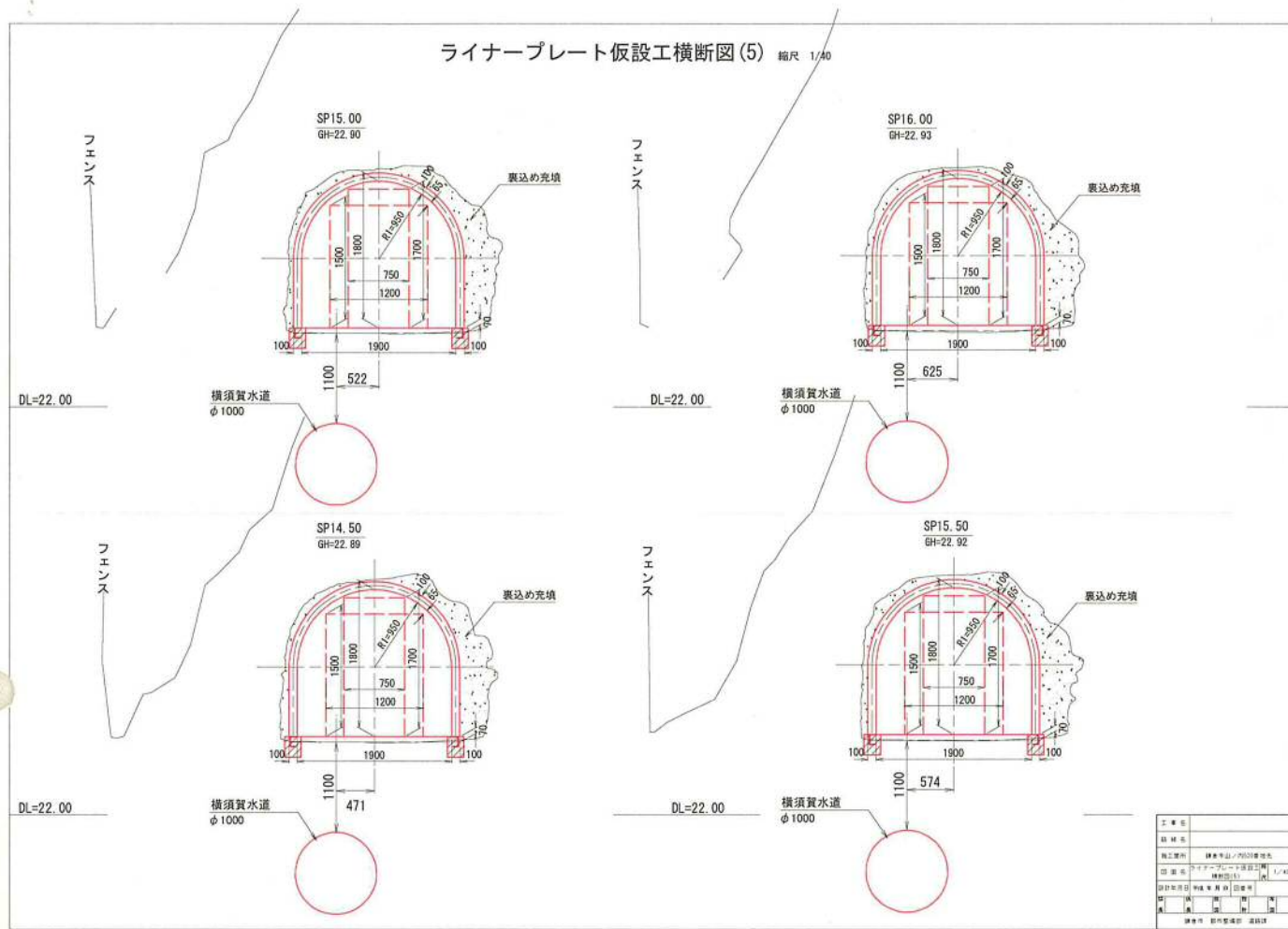
ライナープレート仮設工平面図 縮尺 1/50
 比較案 第3案での検討



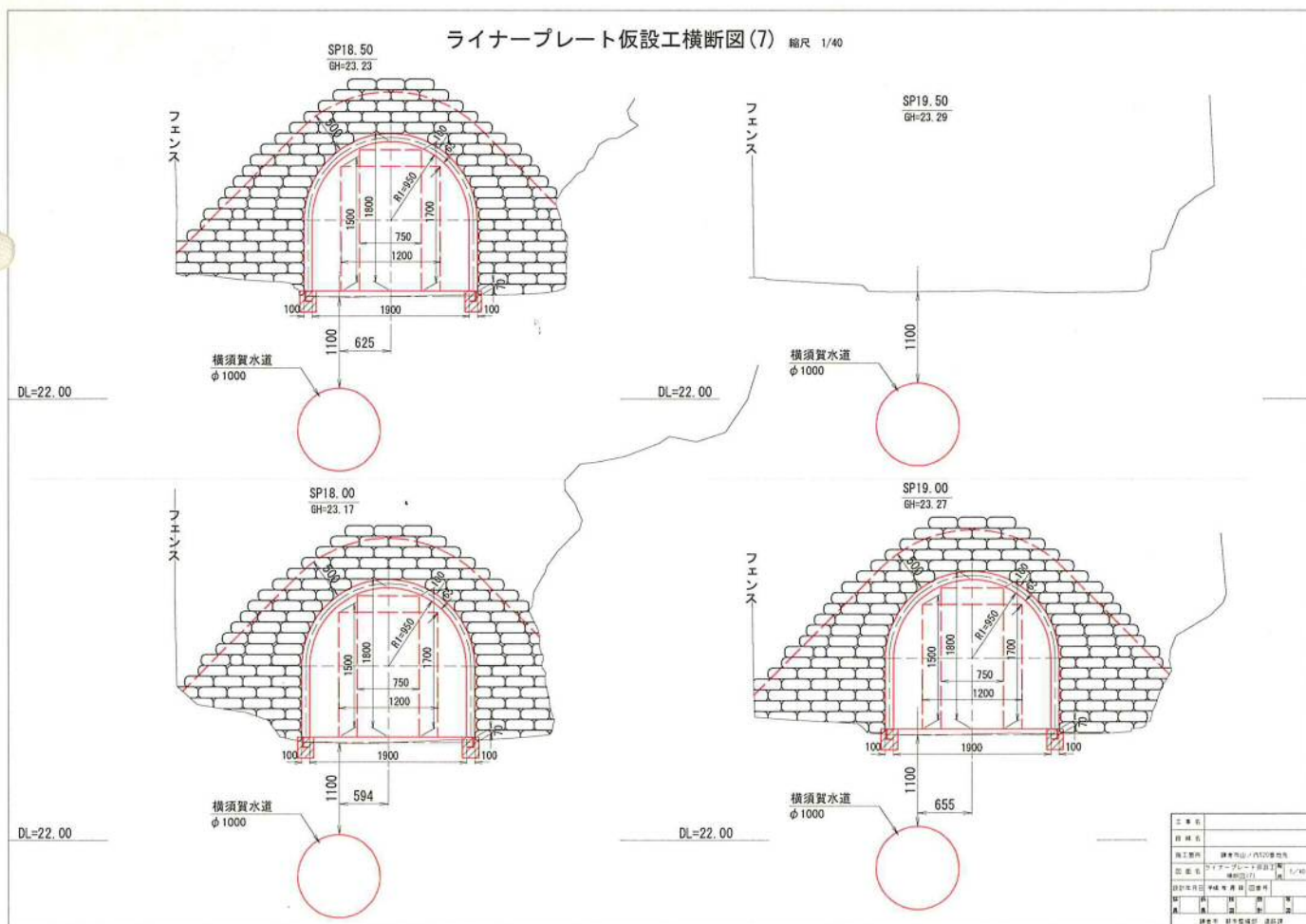
工事名	
路線名	
施工箇所	鎌倉市山ノ内520番地先
図面名	ライナープレート仮設工 平面図 1/50
設計年月日	平成 年 月 日
製 図 者	鎌倉市 都市整備部 道路課
製 図 日	
製 図 所	
製 図 機	
製 図 機	
製 図 機	

比較系 第3系での検討





比較案 第3案での検討



北鎌倉隧道 平成28年8月11日のはく落原因について

長田先生 (H28.9.6の見解)	
岩塊のはく落発生状況	<ul style="list-style-type: none"> ・岩の割れ目に樹木の根が入り込み、徐々に根の影響で割れ目が開いていった。 ・割れ目に水が入ると水圧で押されることもありえる。 ・岩は引張により剥がれ落ちている。残っている根に滑り落ちている様子はなく、はく落した部分の下のほうに少し圧縮して擦れたような跡があり、そこを支点にして岩塊が転倒するように剥がれた。 ・電車の揺れも少なからず影響していると思われる。
ひび割れの発生状況及び原因	<p>[応力的な面]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・針貫入試験機で強度を計測した結果、側壁300 kN/m²、山側150~200 kN/m²と側壁のほうが明らかに強度が高い。 ・トンネルの天端のひびは一連でひび割れていると考えたほうがよい。 ・トンネル中央のひび割れはせん断応力がかかっていると考えられる。中央にあるのが不思議。普通は端にできる。片持ちのトンネルになっているのかもしれない。 ・力学的に、水道管設置のために開削した部分が埋め戻してあるものの、そこで受け持たなければならない力を受け持てていないため、トンネル上部が動きやすくなっている可能性がある。 <p>[環境的な面]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日射の影響が大きいかもしれない。表面と内面の温度差が高くなると熱膨張する。温度変化で膨張と収縮を繰り返し、ひび割れが発生する。 ・背面から水が表面にきて蒸発するとき膨張収縮がおきる。そういうものの積み重ねが応力解放も含めて最終的にひび割れとなる。 ・現時点では表面で起きているが、長期的には地山の内側まで影響を与えて、表面に平行な割れ目を作っていくと考えられる。 ・現在の表面がパラパラ崩れるのは、表面の温度と乾湿度の影響が大きい。
はく落の再発危険箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・鎌倉側の坑口上部は本当に危ない。いつ崩れてもおかしくない。 ・大船側の以前崩れた箇所の上は崩れる恐れがある。 ・坑口部の水平方向のひび割れとトンネルから延びる縦断方向のひび割れが交差する箇所は、特に注意。今後、はく落につながる可能性がある。 <ul style="list-style-type: none"> ・鎌倉側のはく落した箇所はもう一枚落ちる可能性がある。 ・ひび割れに根が入り込んでいる箇所は、風で木が揺れるだけでも徐々にひび割れが進行する。 ・特に太い根の場合は振動が岩に伝わるので危ない。
はく落等についての今後の対応	<ul style="list-style-type: none"> ・今回はく落した箇所については、新たにはく落する岩塊が回転しないように、下の空いた部分に土のうをつめる。大きな土のうは待ちうけで設置し、山にもたれさせない。土のうは2段で待ち受けたほうがいい。 ・水平方向のひび割れがJR側斜面に通じているようであれば問題である。必ず確認したほうがいい。水平方向のひび割れが下のほうに発生すると大きな崩落につながる可能性がある。 ・一番大事なのは人命。現時点で見えている落ちそうな岩塊は落としたほうがいい。いつか必ず落ちる。残すのは無駄が多い。 ・割れ目に変位計を取り付け、ひび割れが開口すればランプが点灯して危険を知らせる等の措置をとる。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・岩は引っ張りに弱く、強度を増すことは期待できない。 ・木を伐採すると、水が流れ込んでしまう可能性がある。 ・薬液注入の圧入による工法の場合は、よりよく効果を発揮させる場合には、根や砂を洗浄することが必要だが、根は抜いてしまえばいいというわけではない。根を抜くことが悪い方向に働く可能性が高い。 ・地山の状況から、自然注入をするほうがいいと思うが、反力がとれない状態でどこまで効果が得られるかは不確定。 ・根をそのままの状態成長を止めることができるのであれば、メリットがある。 ・薬液注入は根と砂を洗浄してからやらないと効果が薄い。