

4.5 施工計画

本節は、地下街およびベンタイン総合駅、そして地下街と同一のレロイ通り下の地下空間を対象に計画が進む都市鉄道1号線（地下区間）を対象に、施工計画を行ったものである。ここでの検討は、施工方法と技術的課題に関する検討、工事中の交通渋滞への対応策の検討が主なものである。

前者の施工方法と技術的課題に関する検討は、仮設工事等の施工方法に関する検討を行った。施工方法に関する技術的な課題となり得ると想定される項目について整理し、対応方針等をまとめた。また、先行して工事を行うことなど、留意すべき事項についての整理、検討を行った。

後者の工事中の交通渋滞への対応策の検討では、工事中の路上交通の切回し計画の検討を行った。

4.5.1 検討方針

施工計画を行う上での検討方針は、以下①～⑧に示すとおりである。

- ① 施工範囲の区分：図 4.76 に示すように、当該現場の施工範囲をベンタイン総合駅地区とレロイ通り地区に区分して検討を行う。
- ② 計画が進む都市鉄道1号線は、地下街と同一のレロイ通り下の地下空間を対象としている。そのため、レロイ通り地区の施工計画は、都市鉄道1号線を考慮して検討する。
- ③ レロイ通り地区の地下街は、レロイ通り沿いの建物との接続、地上とのアクセスとの利便性から、浅層部に建設され、また矩形の線上構造物となる。そのため、地下街の施工方法は、開削工法を前提に検討を行う。
- ④ ベンタイン総合駅地区は、地下街の他、都市鉄道1号線、2号線、3a号線（1号線の延伸）、4号線が乗り入れる総合駅となる。そのため、その躯体形状は複雑であり、開削工法を前提に検討を行う。

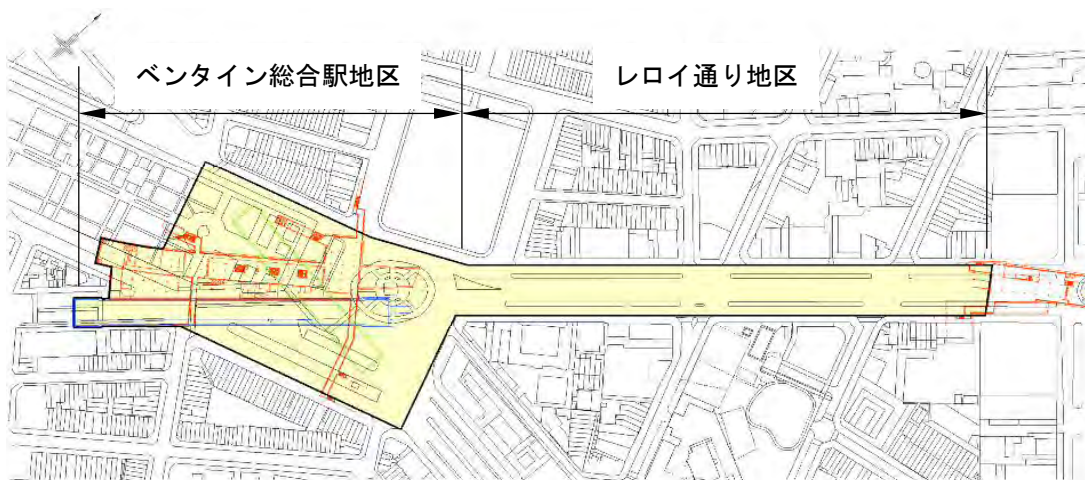


図 4.76 施工範囲の区分

- ⑤ 当該現場は、車道沿線に密集して建物が隣接しているとともに沖積の軟弱な砂質土層が厚く堆積する地盤条件である。こうした施工条件の当該現場では、開削工事に伴う近接建物に与える影響が懸念され、土留め壁、掘削方式を検討する。
- ⑥ 都市鉄道4号線のF/Sによれば、同4号線は都市鉄道1号線を横下した後、地下街に併設してベントイン総合駅に向かう線形で計画されている。都市鉄道1号線と4号線との交差部、地下街と4号線との併設区間をそれぞれ特殊部として扱い、施工方法を検討する。
- ⑦ 当該現場は、開削工事の支障となる地下埋設物が多数存在する。既設の地下埋設物の内、移設不可能な地下埋設物の処置が課題となる。そのため、移設不可能な地下埋設物を対象に、その防護方法等を検討する。
- ⑧ 当該現場は、路上交通量が多く、開削工事中の路上交通の切回しが課題となる。そのため、施工手順に応じた路上交通の切回しを検討する。

4.5.2 レロイ通り地区の施工計画

1) 施工計画上の留意事項

レロイ通り地区の地下街は、先行して建設される都市鉄道1号線の直上で、かつレロイ通りのほぼ全幅を占有する計画である。また、地下街供用後に、その直下を都市鉄道4号線が建設（シールド工法）される将来計画がある。

また当該現場は、地下水位の高い沖積で軟弱な砂質土層が厚く堆積、レロイ通り沿いは建物が近接、既設の地下埋設物が多数、そして歩行者を含む路上交通量も多い立地条件である。

こうした施工条件での地下街の施工計画に際しては、以下の事項に留意する必要がある。

- ① 計画が進む都市鉄道1号線に与える影響を最小限とすること
- ② 将来計画の都市鉄道4号線の計画・設計・施工の自由度を阻害しないこと
- ③ 近接建物に与える影響を最小限とすること
- ④ 移設困難な地下埋設物を防護する必要があること
- ⑤ 路上交通に与える影響を最小限とすること

2) 地下街開発範囲と都市鉄道1号線の施工方法の検討

レロイ通りの地下空間に地下街を開削工法で施工するにあたっては、計画が進む都市鉄道1号線との調整が必要となる。ここでは、地下街を開削工法で施工することを前提に、都市鉄道1号線の施工方法について検討を行った。

都市鉄道1号線の原設計によれば、地下街開発範囲となるベントイン総合駅～オペラハウス駅間の1号線トンネル部の施工方法は、オペラハウス駅側の約310mをシールド工法、残りベントイン総合駅側は開削工法で計画されている。1号線の原設計の横断図に地下街を併記した図を図4.77に示す。同図は、1号線のシールド工法区間の約310mを図示したものである。

同図をみてわかるように、ベントイン総合駅側では、1号線と地下街との離隔距離が十分に確保されていない。また、オペラハウス駅側では、1号線と地下街は干渉している。

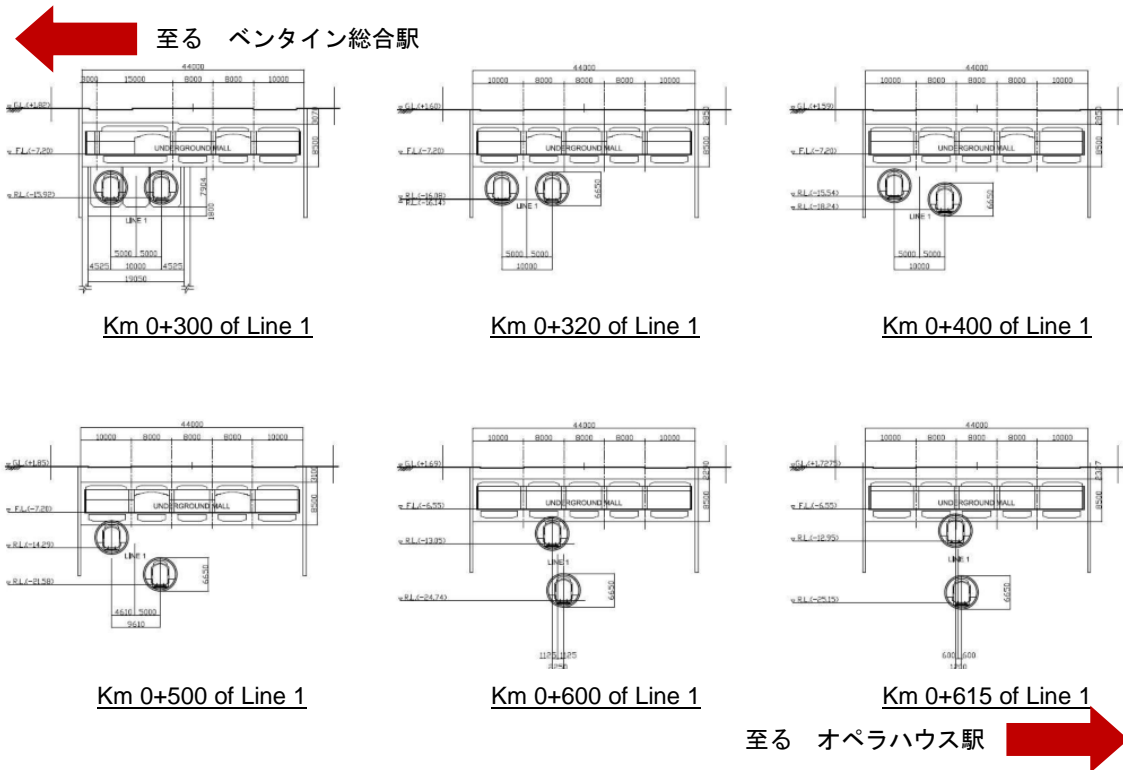


図 4.77 都市鉄道 1 号線と地下街との関係

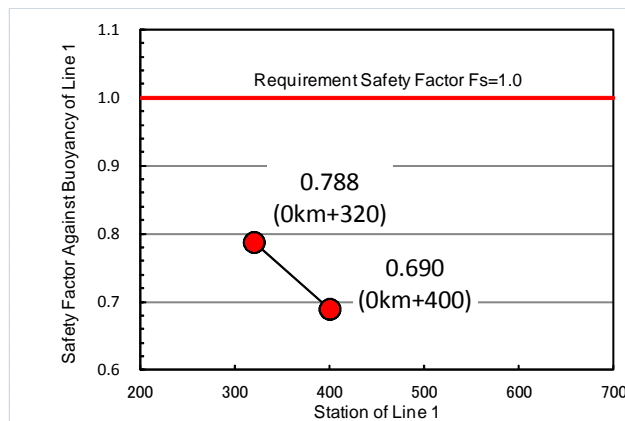


図 4.78 地下街開削施工時の 1 号線の浮力に対する浮上がり安全率

1 号線と地下街との離隔距離が十分に確保されていない位置 (from km 0+320 to km 0+400 of Line 1) では、地下街の開削施工時に 1 号線が浮上る問題、セグメントリングの断面変形が問題となる。また、1 号線と地下街とが干渉する位置 (from km 0+500 to km 0+615 of Line 1) では、物理的に地下街を構築することはできない。

図 4.78 に、地下街開削施工時の 1 号線の浮力に対する安定性の試算結果を示す。同図に示すように、測点 km0+320 および km0+400 の浮上がり安全率は、いずれも所定の安全率 1.0 を下回っている。こうした結果は、地下街の開削施工時に、浮力に対して 1 号線が浮上ることを示唆するものである。なお、1 号線の浮力に対する安全率は、「財団法人 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 シールドトンネル，丸善，pp45-46，2004.」に準拠して求めている。

こうした結果から、地下街開発範囲をレロイ通りの全幅とする場合は、都市鉄道 1 号線をシールド工法で建設することは不可能であり、これの代替案として開削工法を採用する。

1号線の浮力に対する安全率は、次式から求められる。

$$F_s = \frac{2R_o\{\gamma'(H_w + R_o) + \gamma(H - H_w)\} - \pi R_o^2/2 + 2\pi R_o g + 2R_o p_0 + P_1}{\pi \gamma_w R_o^2} > 1.0$$

ここに、 F_s : 浮上に抵抗する荷重を浮力で除した安全率

H : 土被り厚(m)

H_w : 地下水位までの土被り厚(m)

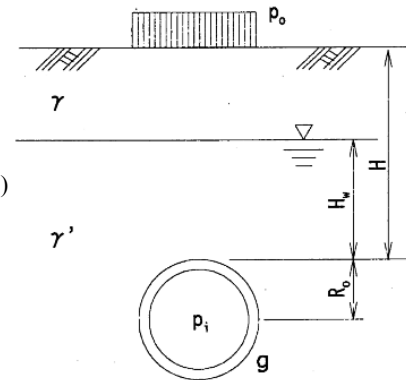
g : セグメントリングの単位面積当たりの自重(kN/m²)

P_1 : 内部荷重(kN/m)

p_0 : 上載荷重(kN/m²)

γ : 土の単位体積重量(kN/m³)

γ' : 土の水中単位体積重量(kN/m³)



トンネル安定検討断面図

セグメントリングの単位面積当たりの自重は、次式から求められる。

$$g = \frac{W}{\pi \cdot D_c \cdot b} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

ここに、 g : セグメントリングの単位面積当たりの自重(kN/m²)

W : セグメント1リング分の重量(kN)

D_c : セグメントの図心位置における直径(m)

b : セグメント幅(m)

セグメント1リング分の重量は、次式から求められる。

$$W = \gamma_s \cdot \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) \cdot b \text{ (kN)}$$

ここに、 W : セグメント1リング分の重量(kN)

γ_s : セグメントの単位体積重量(kN/m³)

b : セグメント幅(m)

D_o : セグメント外径(m)

D_i : セグメント内径(m)

記号	単位	項目	Km 0+320	Km 0+400
H	m	掘削後の土被り厚	0.654	0.114
H _w	m	地下水位までの土被り厚	0.654	0.114
γ	kN/m ³	土の単位体積重量	19.5	19.5
γ'	kN/m ³	土の水中単位体積重量	9.5	9.5
D _o	m	セグメント外径	6.650	6.650
D _i	m	セグメント内径	6.050	6.050
D _c	m	セグメントの図心位置における直径	6.350	6.350
γ_s	kN/m ³	セグメントの単位体積重量	26.0	26.0
g	kN/m ²	セグメントリングの単位面積当たりの自重	7.80	7.80
P _i	kN/m ²	内部荷重	32.0	32.0
p ₀	kN/m ²	上載荷重	0.0	0.0

3) 土留め壁の検討

地下街の開削施工に必要な土留め壁の種類を比較検討した結果を表 4.29 に示す。

当該現場の土留め壁に求められる要求性能は、周辺地盤の地下水位低下を抑制できる高い遮水性、周辺地盤および近接建物の沈下を抑制できる高い剛性、施工時の騒音および振動が少ない低騒音・低振動型等である。

こうした条件を満足する土留め壁は、地下連続壁 (Diaphragm wall) とソイルセメント壁 (Soil-cement diaphragm wall) である。地下連続壁は、ベントナイト泥水あるいはポリマー泥水による地盤安定作用を利用して地盤を掘削し、鋼部材や鉄筋籠を設置した後で、コンクリートを充填することにより、地中に連続した土留め壁体を構築する工法である。また本体利用が可能なことも本工法の特徴である。

ソイルセメント壁は、柱列式地下連続壁の一種で、モルタルの代わりにソイルセメントを用いた土留め壁である。固化材スラリーを吐出しながらトレンチカッターを連続的に根引きし、ソイルセメント壁体を構築する方法もある。

ここでは、土留め壁の本体利用が可能な地下連続壁を採用することを原則として、特殊部にソイルセメント壁を適用することとする。ここでの特殊部とは、都市鉄道 4 号線が地下街の土留め壁と干渉する区間である。その特殊部の考え方は、本項 5) を参照願いたい。

図 4.79 に当該現場の土質柱状図を併記した地下街開削断面図を示す。地下街掘削深度は約 12m であり、土留め壁の根入れ長は掘削深度と同値の約 12m と仮定した。

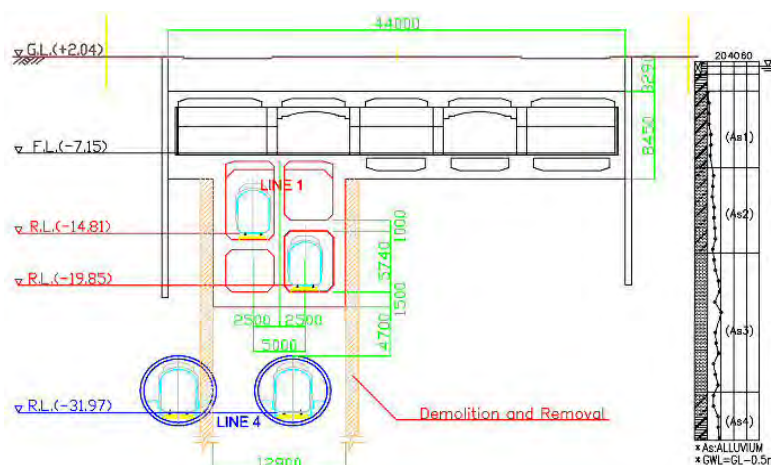



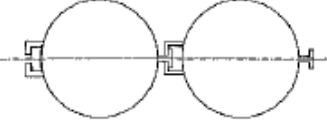


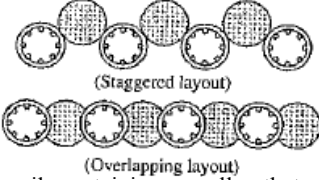
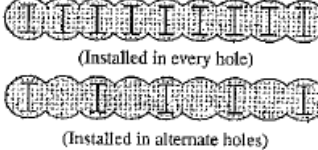
図 4.79 地下街開削範囲と地盤条件

4) 開削方式の検討

地下街の開削方式として、順巻き工法 (Bottom up) と逆巻き工法 (Top down) が考えられる。従来、順巻き工法が圧倒的に採用されることが多かったが、土留め壁の許容変位量が厳しい重要構造物に近接して施工する場合等に有利な逆巻き工法の採用が多くなってきている。

図 4.80 に順巻き工法、図 4.81 に逆巻き工法の施工概要図を示す。順巻き工法は、床付けまで掘削工事完了後、下床版から上床版に向け、順に躯体を構築する施工方法である。これに対して逆巻き工法は、掘削と躯体構築を上部から交互に繰り返す施工方法である。

表 4.29 土留め壁の比較検討結果

		Sheet pile soil retaining wall	Steel pipe sheeting soil retaining wall	Diaphragm wall	Slurry solidified diaphragm wall	Column type diaphragm wall	Soil-cement diaphragm wall
Structure		 Soil retaining wall formed by continuously placing sheet piles with U-shaped, Z-shaped, straight, H-shaped sections underground, and engaging their joints.	 Soil retaining wall made by continually placing steel pipe piles with shape steel, pipes, or other joints attached underground, by engaging their joints.	 Method of constructing a continuous soil retaining wall underground by using the ground stabilization action of bentonite slurry or polymer slurry to cut the ground and inserting steel material or rebar columns, then filling them with concrete.	 A type of diaphragm wall, it is a soil retaining wall made by inserting H-shaped steel, sheet piles, or precast panels into a trench that was cut using a stabilizing fluid such as bentonite slurry, then mixing a hardener with the stabilizing fluid to solidify the stabilizing fluid.	 A soil retaining wall that is continuously constructed by inserting re-bar columns or shaped steel into cast-in-place concrete piles. Existing piles are also inserted in place of the rebar columns or shaped steel.	 One type of column diaphragm wall, it is a soil cement in place of mortar. Recently, it has been used as a method of constructing a soil cement wall by sliding a trench cutter continuously while ejecting a hardening agent slurry.
Characteristics	Merits	Its water cutoff property is good and the embedded part under the bottom surface of the cut maintains continuity, so it is a generally used in ground where the groundwater level is high or in soft ground.	Its water cutoff property is good, the embedded part under the bottom surface of the cut maintains continuity, and its section performance is large, so it is used for large-scale cutting work in ground with groundwater or in soft ground.	Its water cutoff property is good, the embedded part under the bottom surface of the cut maintains continuity, and its section performance is large, so it is used for large-scale cutting work, work near important structures, and for work in soft ground. Its characteristics are that it can be used as part of the main structure and the work produces little vibration and noise.	With the diaphragm method, disposing of unnecessary stabilizing fluid is a problem, but this is a method that solidifies the stabilizing fluid to use it as part of the soil retaining wall.	Cast-in-place piles provide substantial section performance and the work produces little noise and vibration, so this method is often used in place of sheet pile soil retaining wall in urban districts.	Its section performance is not quite as good as that of the column type diaphragm wall, but its water cutoff property is good. In the case of the TRD method, ground materials above and below are mixed by agitation, so relatively uniform section performance is obtained in the depth direction.
	Demerits	If the noise and vibration produced by the placing will cause problems, it is necessary to take care to adopt a low noise and low vibration execution method. Generally there are many cases where U-steel or plates are used, but their stiffness may be inadequate for large-scale cutting.	When noise or vibration will cause problems, it is necessary to considering adopting a low noise, low vibration method. Generally, it cannot be removed, so in many cases it is left in the ground.	To adopt this method, the work cost and work period must be studied, because it is time-consuming work, many obstructions are moved, and it is necessary to extend continuous working hours.	Because execution conditions have a big impact on work costs, its adoption must be studied.	In many cases, its water cutoff performance is poor, its work cost high, and its work period is long.	Soil cement, but according to the ground is used as material for use as material for soil cement, so the method is used carefully. And according to the layer, large variations in the section performance may appear in the depth direction.
Adaptability of the site	Applicable length of soil retaining wall	about until 25m	about until 50m	about until 100m	about until 50m	about until 25m (It is possible until 50m by all casing boring machine.)	about until 40m (It is impossible until 50m under soil condition.)
	Water cutoff property	good	good	good	slightly less	no good	good
	Use of soil retaining wall as the main structure	impossible	impossible	possible	possible	impossible	impossible
	Bending rigidity	medium	high	high	medium	medium	slightly high
	Impact of cut and cover excavation to adjacent buildings	slightly less	good	good	slightly less	slightly less	slightly less
	Temporary diversion and/or protection of existing underground utility facilities	It is desirable temporary diversion. If temporary diversion of existing underground utility facility is impossible, It is necessary soil improvement for covering loss of retaining wall.	It is desirable temporary diversion. If temporary diversion of existing underground utility facility is impossible, It is necessary soil improvement for covering loss of retaining wall.	It is desirable temporary diversion. If temporary diversion of existing underground utility facility is impossible, It is necessary soil improvement for covering loss of retaining wall.	It is desirable temporary diversion. If temporary diversion of existing underground utility facility is impossible, It is necessary soil improvement for covering loss of retaining wall.	It is desirable temporary diversion. If temporary diversion of existing underground utility facility is impossible, It is necessary soil improvement for covering loss of retaining wall.	It is desirable temporary diversion. If temporary diversion of existing underground utility facility is impossible, It is necessary soil improvement for covering loss of retaining wall.
	Noise during construction	It should be adopt jacking-up method.	It should be adopt jacking-up method.	little noise	little noise	little noise	little noise
	Vibration during construction	It should be adopt jacking-up method.	It should be adopt jacking-up method.	little vibration	little vibration	little vibration	little vibration
Cost of construction	relatively reasonable	relatively unreasonable	unreasonable	unreasonable	relatively unreasonable	relatively reasonable	
Period of construction	relatively quick	relatively slow	slow	relatively slow	relatively slow	relatively slow	
Comprehensive evaluation		Not Recommended	Not Recommended	Recommendation	Not Recommended	Not Recommended	Recommendation

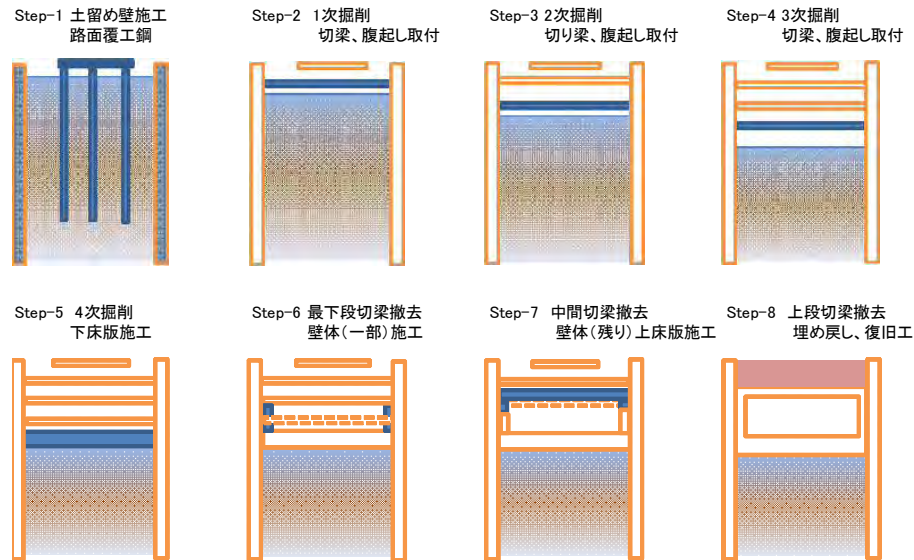


図 4.80 順巻き工法の施工概要図

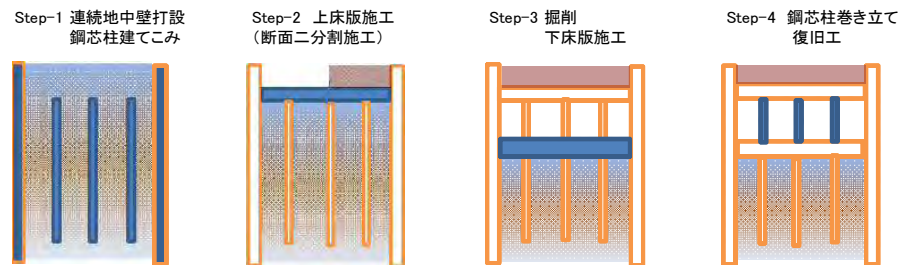


図 4.81 逆巻き工法の施工概要図

永利¹⁾は、つくばエクスプレスの秋葉原駅で採用された逆巻き工法の長所と短所を明確にし、コスト面と工期面等について順巻き工法との比較を行っている。

氏によれば、逆巻き工法の長所は、床版が土留め支保工の役割を果たすため、土留め支保工を削減できること、また床版を施工すれば切梁の撤去が可能となり、存置期間も短くなることに加えて、上段で使用した支保工の転用が可能となることを挙げている。また、土留め壁の変位についても、切梁より剛性の高い床版による拘束効果で土留め壁変位の低減がみられたと考察している。その他、施工済みの床版上は作業ヤードとしての利用が可能となること、階下の作業において天候の影響を受けにくいこと、また工期短縮にも、土留め支保工の段数減、盛替え梁の不要、上下階併行作業、型枠支保工の数量減等が工期短縮の要因となることを考察している。

一方、逆巻き工法の短所として、中間杭で支持する荷重が床版自重および作業荷重が加わり中間杭の量が増加すると考察している。また工事費においては、側壁・柱と上層階の床版との結合部の無収縮モルタル施工、床版施工後の均しコンクリートのガラ処分等が、逆巻き工法の工事費増の要因と考察している。

一般に、逆巻き工法は、土留め壁（本体利用の地下連壁）や床版等の本体構造物の部材厚が厚くなる傾向になるが、路面覆工や土留め支保工の数量が少なくなるといった利点が

1) 永利将太郎：開削トンネルの順巻き工法と逆巻き工法との比較 —つくばエクスプレス 秋葉原駅—，土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，31-6 巻，pp15-16，2004.

ある。ベトナムのような新興国等では、我が国に比べて、労務費やコンクリートの材料費が安価である一方、鋼材が高価であることから、鋼材による路面覆工や土留め支保工を削減できる逆巻き工法が多く採用されている。

順巻き工法、逆巻き工法それぞれに一長一短があり、地下街の設計レベルが深度化した時点で、開削方式を選択することが望ましい。

5) 特殊部の施工方法の検討

(1) 都市鉄道1号線と4号線との交差部


ここでは、地下街開発範囲の確定に必要なレロイ通りにおける都市鉄道1号線と4号線の交差部の施工方法について考察したものである（工法の決定、施工の詳細検討は都市鉄道1号線プロジェクトで行うことが望ましい）。この交差部は、4号線のシールドが開削工法で構築された1号線を斜めに横下する特殊な区間であり、4号線のシールド工事に際して1号線の地下連続壁が障害物となる。

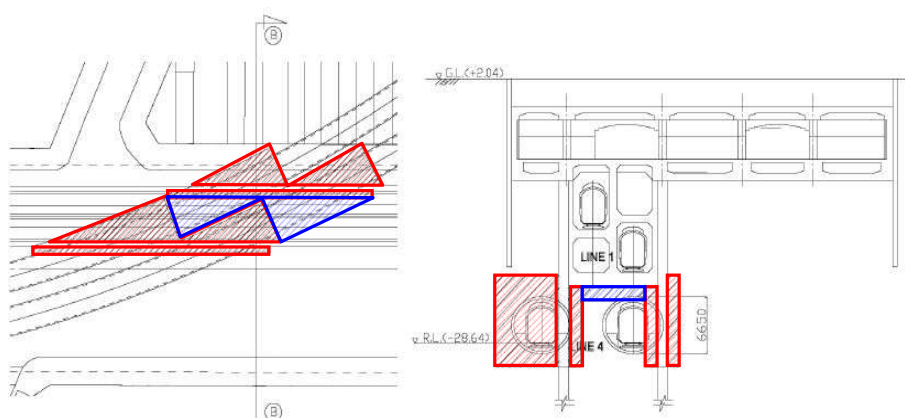
(a) シールドによる土留め壁の直接切削対策

この特殊区間の施工方法として、都市鉄道1号線の地下連続壁の前後を地盤改良して、4号線のシールドが1号線の土留め壁を斜めに直接切削する方法がある（図4.82参照）。

イ. 地盤改良工の目的と範囲

図4.82に示す地盤改良工の目的と範囲の考え方は、以下のとおりである。


- ① シールドの土留め壁の切削性の向上：4号線のシールドが1号線の土留め壁を斜めに直接切削することになり、シールドの姿勢制御が困難になることから、切削性を向上させることと、切削速度の低下による土砂の取込み過多等が発生した場合の周辺地盤の沈下等が懸念される。そのため、土留め壁の前後に高強度の地盤改良体を造成する対策を講じる。その地盤改良範囲は、シールド面板が地盤改良体に面タッチできるよう、図4.82に示す範囲  である。



 : ①シールドの土留め壁の切削性の向上を目的とした地盤改良の範囲

 : ②1号線下部通過部のシールドの掘進性の向上を目的とした地盤改良の範囲

図 4.82 地盤改良工の目的と範囲の考え方

- ② 1号線下部通過部のシールドの掘進性の向上：4号線が1号線下部を通過する深度の地盤は、軟弱な砂質土層であり、開削施工の影響により塑性化し不安定な状態となり、シールド掘進によりさらに塑性化が進む可能性がある。そのため、シールド掘進時の排土異常による切羽崩壊やシールドの姿勢制御が難しくなることが懸念される。地盤の安定性確保と1号線に与える影響回避を目的に、1号線と4号線との間の地盤を対象に、高強度の地盤改良体を造成する対策を講じる。その地盤改良範囲は図 4. 82 に示す1号線の躯体直下の範囲  である。

ロ. 地盤改良工の工法概要

1号線と4号線との交差部に用いる地盤改良工法は、ジェットグラウト工法 (CJG 工法) である。本工法は、空気を伴った超高压水を地盤中に回転して噴射させて地盤を切削し、そのスライムを地表に排出させるとともに硬化材を同時充填させ、円柱状の改良体を造成するものである (図 4. 83 参照)。

本工法は、改良体の造成と同時に切削した地盤の排泥を伴うため、地下水が施工基面で被圧されていないことが前提であり、一般には地表面を施工基面とする施工となることが多い。

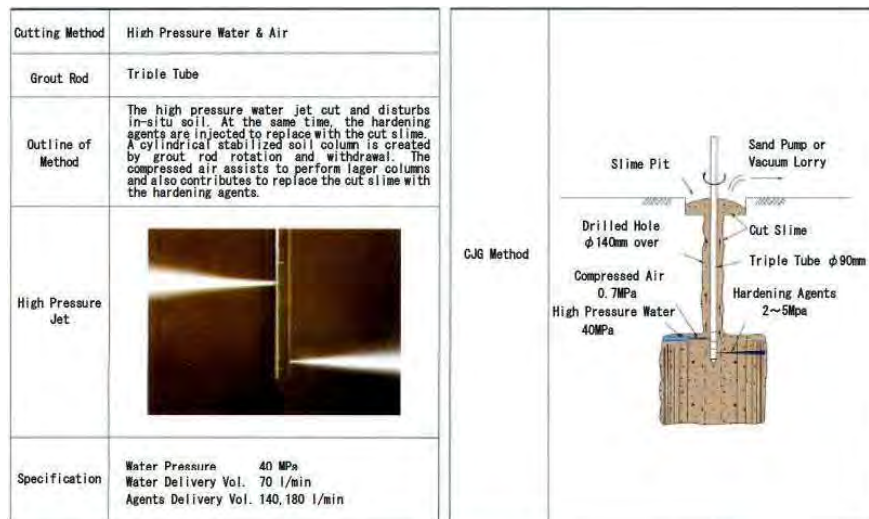


図 4. 83 ジェットグラウト工法の概要

ハ. 当該現場での施工方法

当該現場の地盤改良工は、イ. に記載したように、目的から4号線の工事に必要となるものである。そのため、一般には4号線のシールド工事とともに地盤改良工を行うことが望ましい。一方、当該現場の地盤改良範囲は、1号線と地下街の下方に位置する。また、4号線のシールド工事の実施時期は、既に1号線と地下街が供用している。

当該現場は、下記の理由により、1号線の開削工事と同時に、地盤改良工を行うことが望ましい。

- ① 1号線が構築された後に地盤改良工を行うのは、1号線の躯体が支障となることができない。躯体を削孔することになり、躯体の鉄筋を切断する可能性が高い。また、都市鉄道運行中における作業が不可能である。

- ② 地下街が構築された後の地盤改良工も上記①と同様の問題がある。
- ③ 4号線のシールド掘進時に、シールド機内より薬液注入工法で地盤改良する方法は、均一な高い強度の改良体が形成できないこと、1号線直下の薬液注入時に注入圧によって1号線躯体を持ち上げる可能性があること、などの問題がある。

ニ. 地盤改良対策の問題

本案による場合、当該現場の施工条件から1号線工事で地盤改良工を行う必要があり、4号線のシールド掘進に対する責任問題が潜在化している。シールドが地盤改良体内で掘進不能、シールド掘進時の切羽崩壊による1号線および周辺建物の変状等、の不測の事態が起きた場合、4号線工事の請負者からクレームが発生する可能性がある。

4号線工事で必要となる地盤改良工を1号線工事で行うことに、地盤改良体の品質保証の責任の所在を担保しておく問題がある。

(b) 1号線の地下連続壁の撤去対策

この特殊区間の問題は、1号線の地下連続壁が残置することである。そこで、地盤改良対策の問題を解消する対策として、地下連続壁を撤去することを提案する。

図 4.84 に地下連続壁を撤去する工法の写真と概念図を示す。また、図 4.85 に施工手順図を示す。本工法は、ケーシング中掘り油圧式圧砕機により、硬質な地中構造物を低騒音および低振動で撤去する工法である。

本工法の特徴は、以下のとおりである。

- ① 地中障害物をケーシング内で破砕するため、破砕物が飛散しない。
- ② 油圧駆動アームの開閉により圧砕歯で破断するため、振動が発生しない。
- ③ ハイドログラブにて破砕されたコンクリートと切断鉄筋の同時排出が可能。
- ④ コンクリートと鉄筋の分別が可能で、回収と同時にリサイクル処理が可能。
- ⑤ 低騒音・低振動で作業ができ、都市部でも深夜の連続作業が可能。

source : <http://www.yokoyamakiso.co.jp/industrial/acr/index.html>

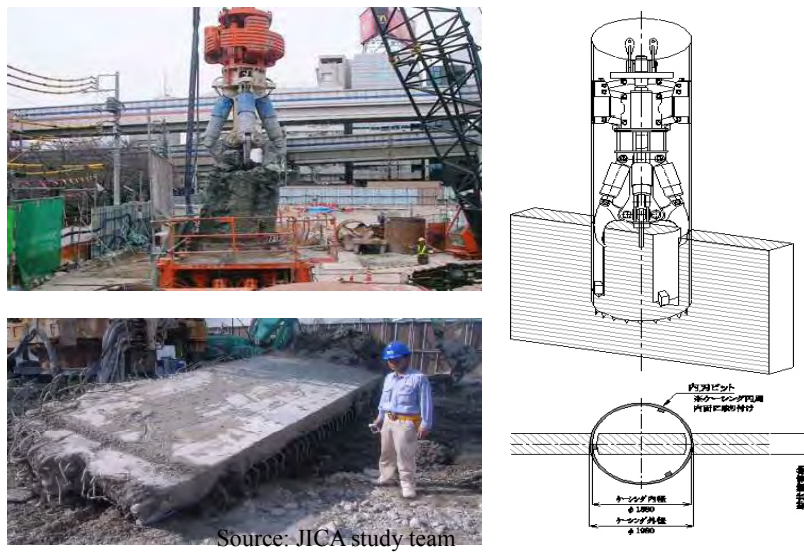
(c) 経済性比較

表 4.30 に地盤改良工の工事費と地下連続壁の撤去費の工事費を示す。同表をみてわかるように、地盤改良工の工事費が地下連続壁撤去工による場合より 25%程度安価となる。

ただし1号線工事で4号線との交差部に地盤改良体を形成した場合、4号線工事で当該交差部をシールド掘進する際、その品質保証への責任問題が潜在しており、最終的な4号線を含む全体工事費が増大する可能性がある。

表 4.30 工事費比較

Items	Unit	Quantity	Unit Price	Amount
			Combined in JPY	Combined in JPY
1号線地下連続壁周辺地盤改良工	m ³	7,500	99,000	742,500,000
1号線地下連続壁撤去工	m ²	5,600	178,000	996,800,000



出典 : <http://www.yokoyamakiso.co.jp/industrial/acr/index.html>

図 4.84 地下連続壁の撤去状況

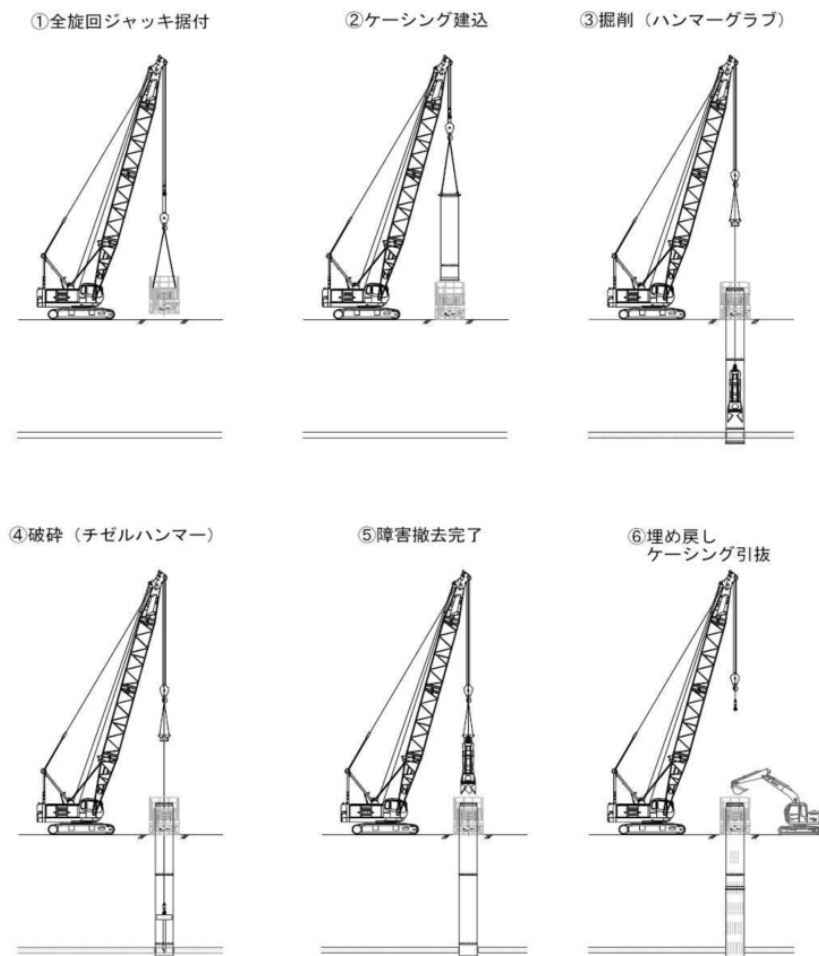


図 4.85 地下連続壁撤去の施工手順

(d) まとめ

1号線と4号線の交差部の施工方法に、地盤改良対策工を用いる考え方は、地盤改良体の品質保証に対する責任問題が潜在化している。これの代替案として、1号線工事で4号線のシールド掘進に支障となる地下連続壁を撤去する方法を提案する。

(2) 地下街と都市鉄道4号線との併設区間

都市鉄道4号線のF/Sによれば、その平面線形は、図4.86に示すようにレロイ通りの東側を通過してベントイン総合駅に向かう計画である。そのため、都市鉄道4号線のシールド工事に際して、地下街の土留め壁が支障物(図4.87参照)となる。地下街の土留め壁と都市鉄道4号線が干渉する区間は約150mである。

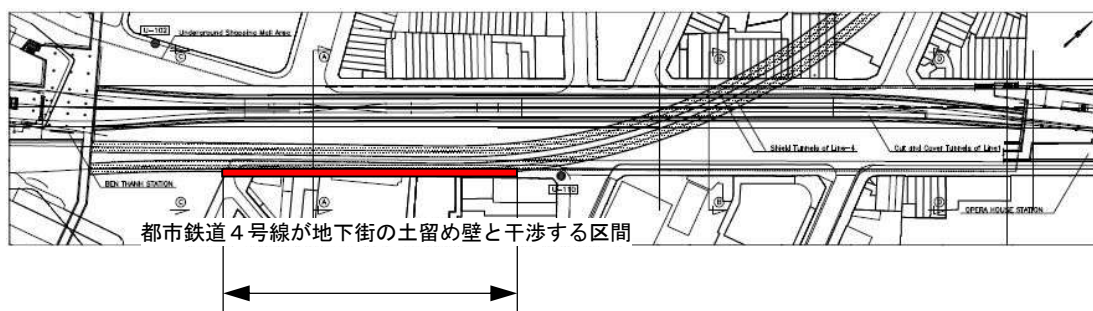


図 4.86 都市鉄道4号線が地下街の土留め壁と干渉する区間

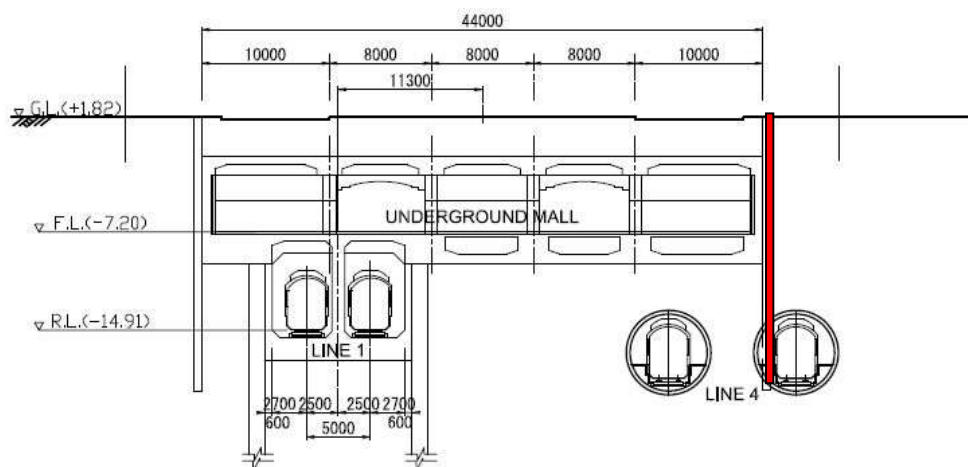


図 4.87 都市鉄道4号線と地下街の土留め壁

ここでは、地下街と都市鉄道4号線との併設区間の対策として、干渉区間となる地下街の土留め壁について検討を行った。

地下街の土留め壁は、それより後施工となる都市鉄道4号線のシールド掘進に支障とならないように計画する必要がある。ここでは以下の対策を講じることとする。

- ② 土留め壁は、シールドで切削が可能なソイルセメント壁を採用する。
- ③ ソイルセメント壁の芯材(一般にH形鋼)が4号線のシールド掘進深さまで必要となる場合、その範囲の芯材はシールドで切削可能な部材(たとえば、FFU: Fiber Reinforced Foamed Urethane)(図4.88、図4.89参照)とする。

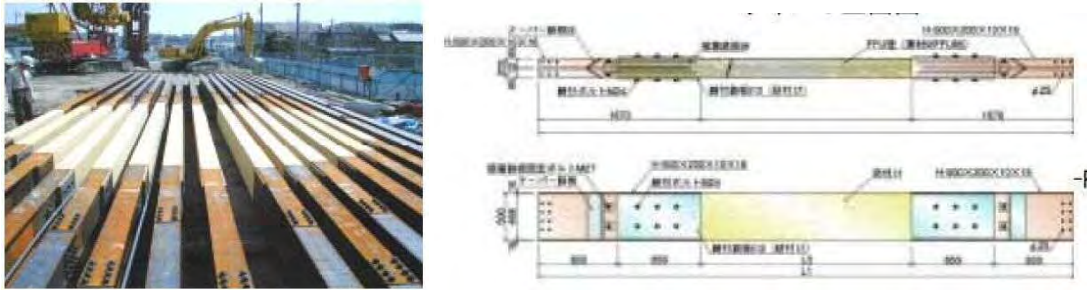


図 4.88 切削可能部材 (FFU) と H 形鋼との接続

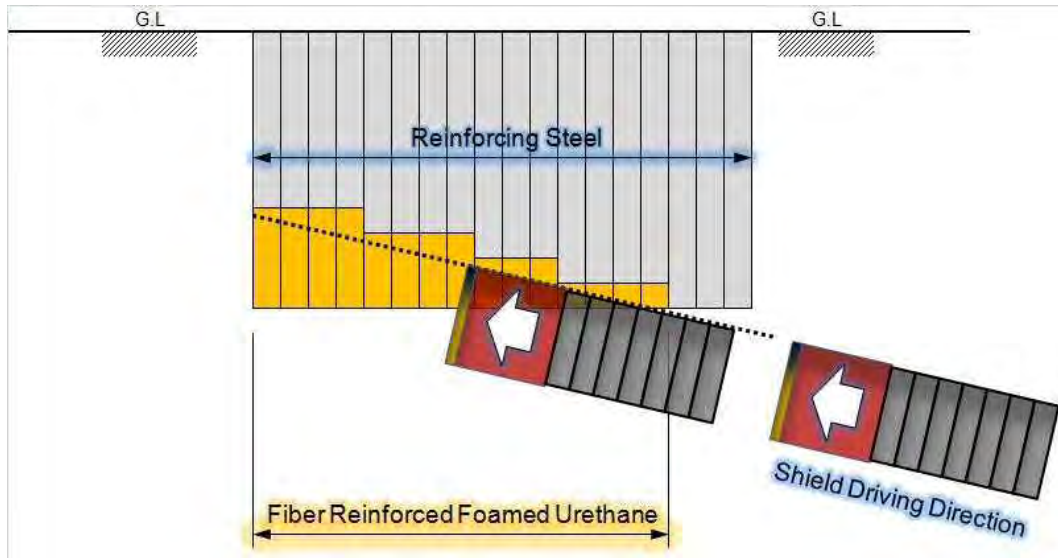


図 4.89 シールドによる土留め壁の切削イメージ

6) 施工時の地下埋設物処理の検討

地下街の建設に支障となる既存の地下埋設物は、地下街建設に先立ち、ホーチミン市の責任で用地外に移設されることを原則とする。

ただし、下水道等の移設が困難な地下埋設物は、地下街の建設に際して切回しあるいは吊り防護が必要となる。地下埋設物の切回しや吊り防護に際しては、地下埋設物の管理者が立会いのもと、地下街の請負業者が埋設物の種類、土被り、形状、強度等を既存資料や現地調査で確認を行い、プレート、テープ等で埋設位置を明示する必要がある。また、地下埋設物の切回し方法、吊り防護方法（仮受けを含む）は、管理者の事前承諾が必要となる。地下埋設物の切回しは、図 4.90 に示す手順で行う。

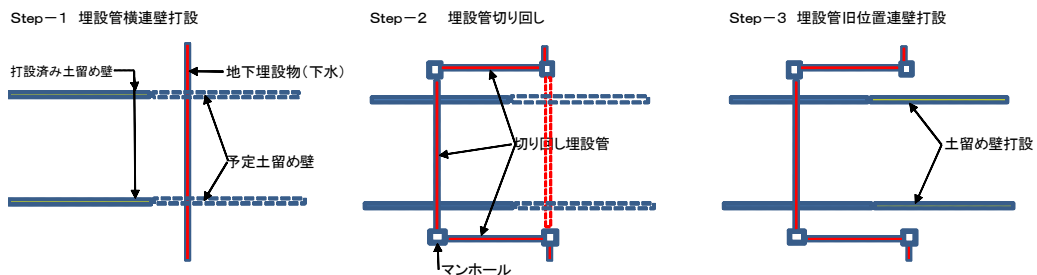


図 4.90 レロイ通りを横断する既存の地下埋設物の切回し手順

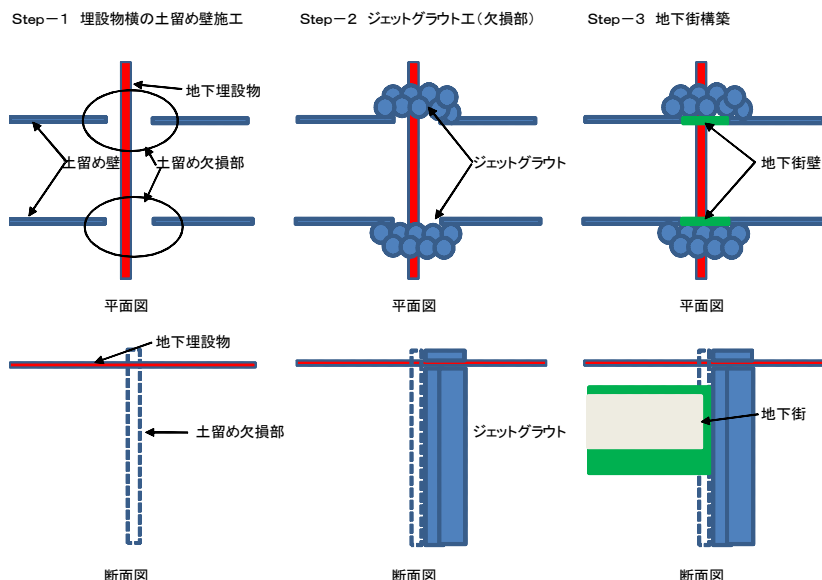


図 4.91 既存の地下埋設物による土留め壁欠損部の施工手順



図 4.92 既存の地下埋設物の吊り防護対策 (例)

切回しが困難な幹線の下水道等は、吊り防護による対策となる。この場合、地下埋設物が位置する範囲は、地下街の土留め壁が欠損することになり、土留め壁背面をジェットグラウト工法で地盤改良対策する必要がある。図 4.91 に、既存の地下埋設物を吊り防護する場合の土留め壁欠損部の施工手順を示す。

また、地下埋設物の吊り防護の一例を図 4.92 に示す。

7) 施工手順と路上交通処理の検討

レロイ通り地区の都市鉄道 1 号線と地下街の施工手順図を図 4.93～図 4.96 に示す。ここでの施工手順は、事業が進む 1 号線を先行した後、地下街工事を行うものである。同図には、路上交通の切回し計画も図示している。路上交通の切回し計画は、以下の事項に配慮した。

- ① 原則、現況のレロイ通りの路上交通の流れを妨げない。
- ② レロイ通りを横断する道路の通行止め規制期間を短くする。

8) 工程計画

レロイ通り地区における都市鉄道 1 号線と地下街を分割施工（1 期工事：都市鉄道 1 号線、2 期工事：地下街）の概略工程を表 4.31 に示す。

STEP 1-1 : Commencement of Line 1 Construction (by Bottom-Up Method)

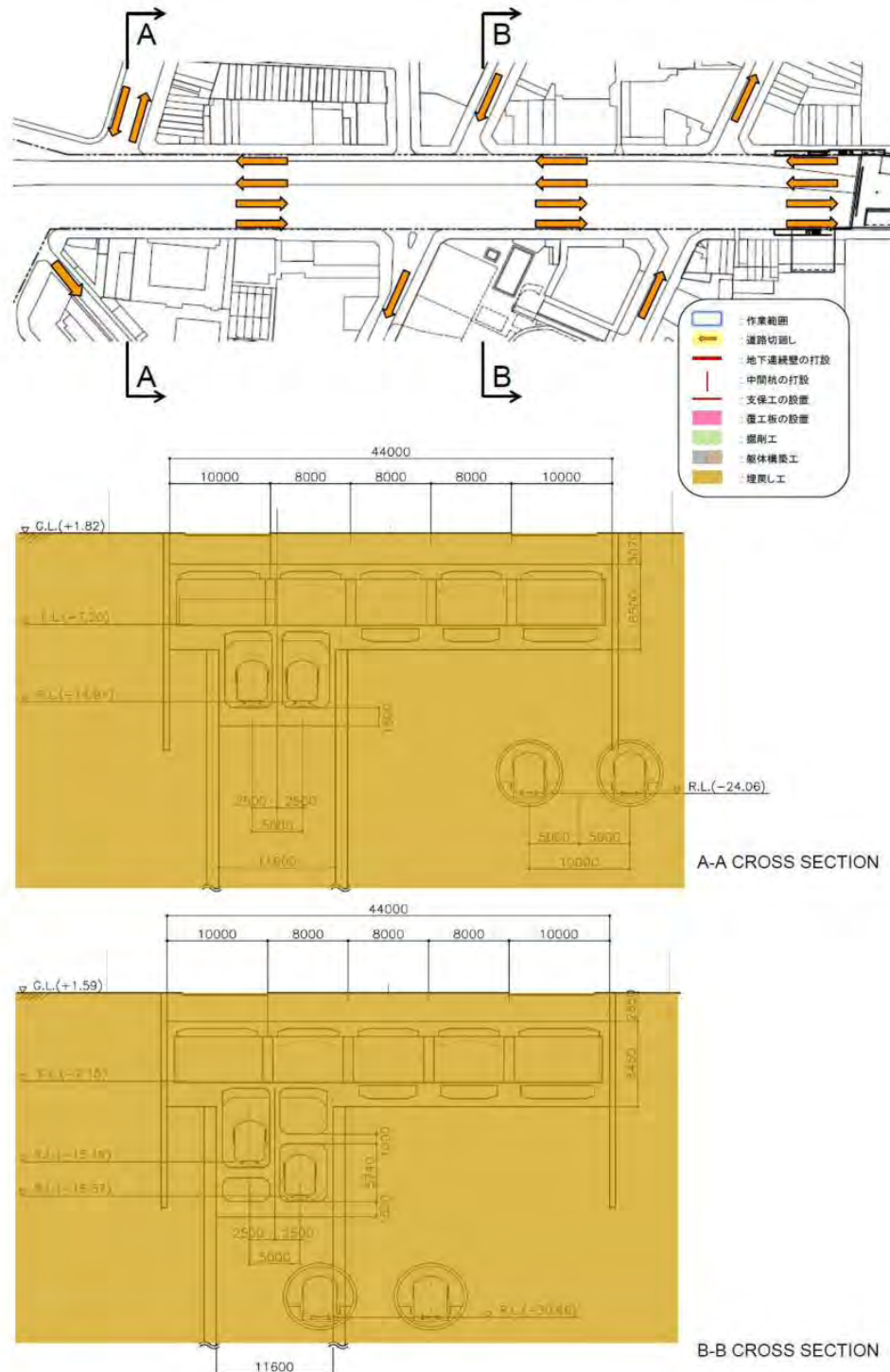


図 4.93 レロイ通り地区の都市鉄道1号線と地下街の施工手順図 (その1/14)

STEP 1-2 : Traffic Diversion

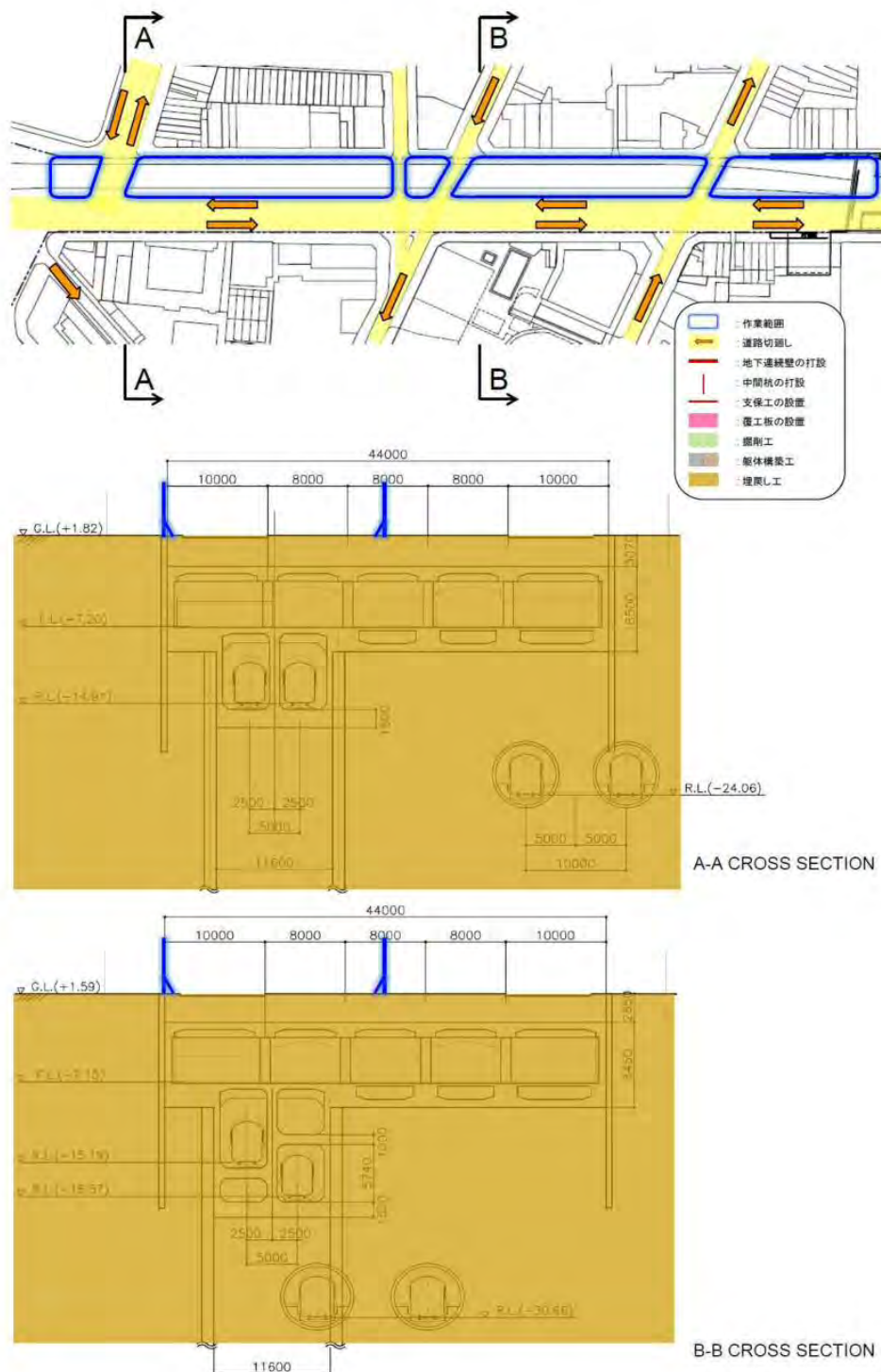


図 4.94 レロイ通り地区の都市鉄道1号線と地下街の施工手順図 (その2/14)

STEP 1-3 : Construction of Diaphragm Wall and Stanchion pile

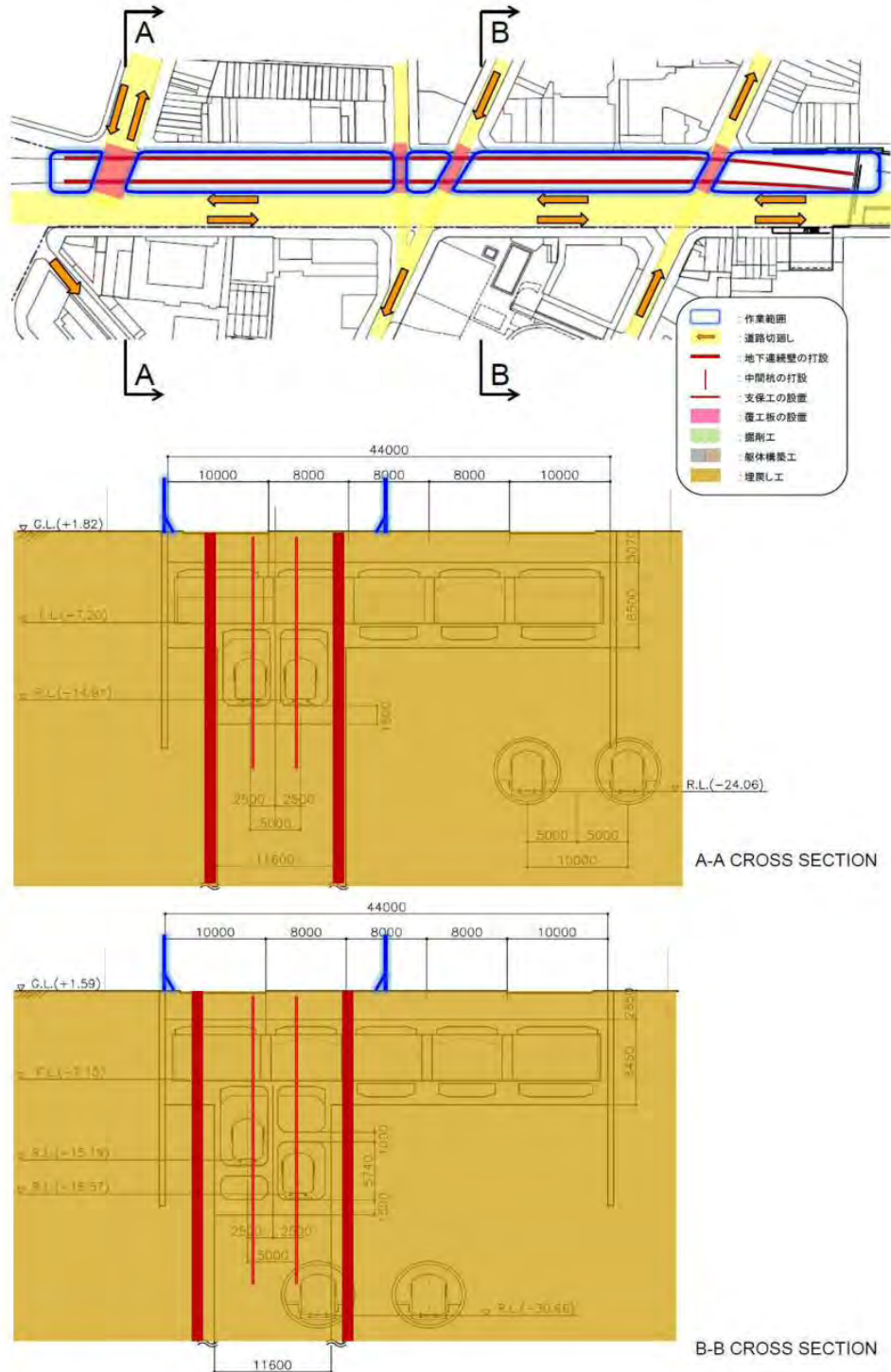


図 4.95 レロイ通り地区の都市鉄道1号線と地下街の施工手順図 (その3/14)

STEP 1-4 : Excavation and Shoring Work



図 4.96 レロイ通り地区の都市鉄道1号線と地下街の施工手順図 (その4/14)

STEP 1-5 : Construction of Structure



図 4.97 レロイ通り地区の都市鉄道1号線と地下街の施工手順図 (その5/14)

STEP 1-6 :Removal of Diaphragm Wall at Intersection of Line 1 and Line 4

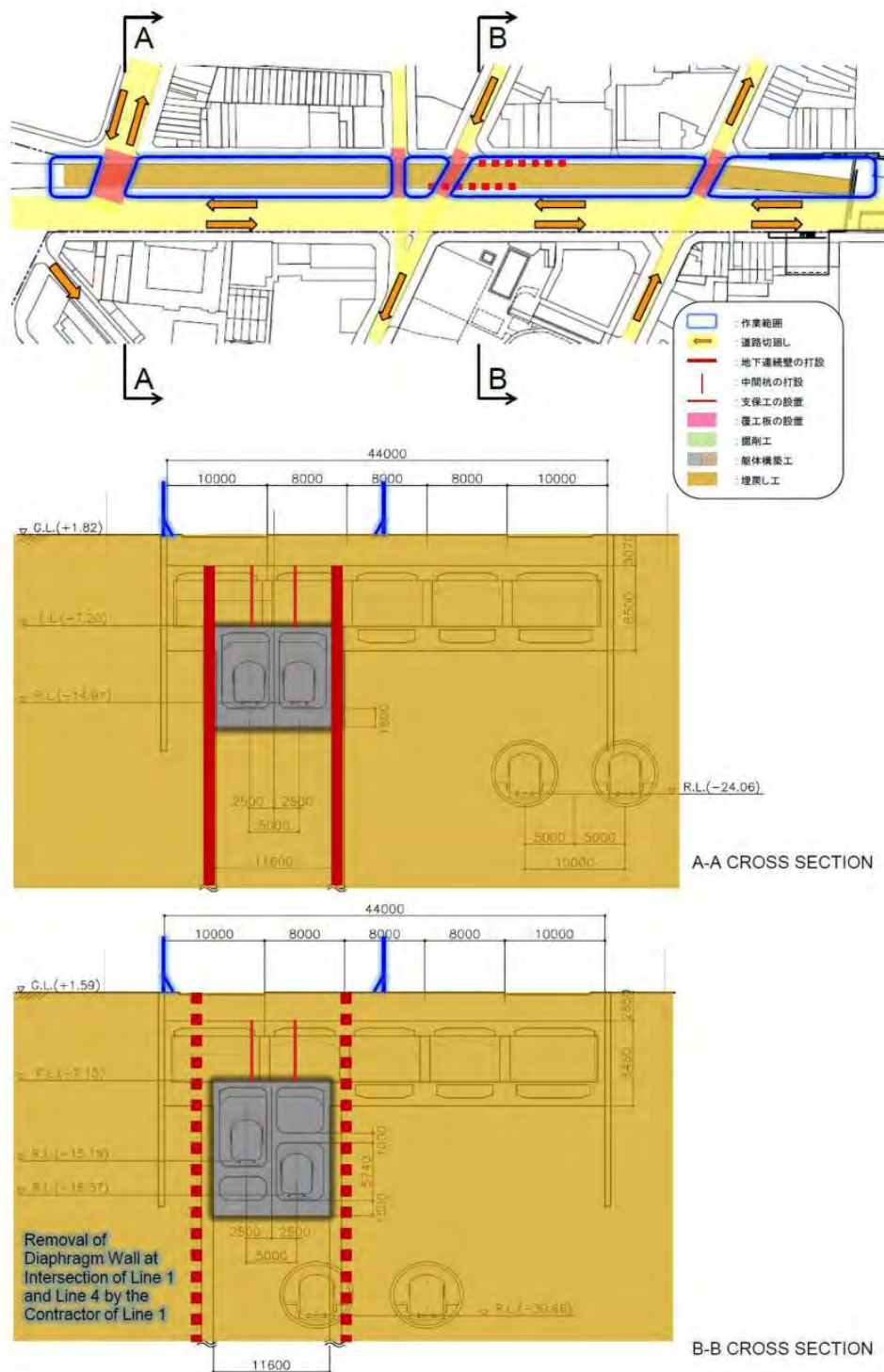


図 4.98 レロイ通り地区の都市鉄道1号線と地下街の施工手順図 (その6/14)

STEP 2-1 : Commencement of USM Construction (by Top-Down Method)

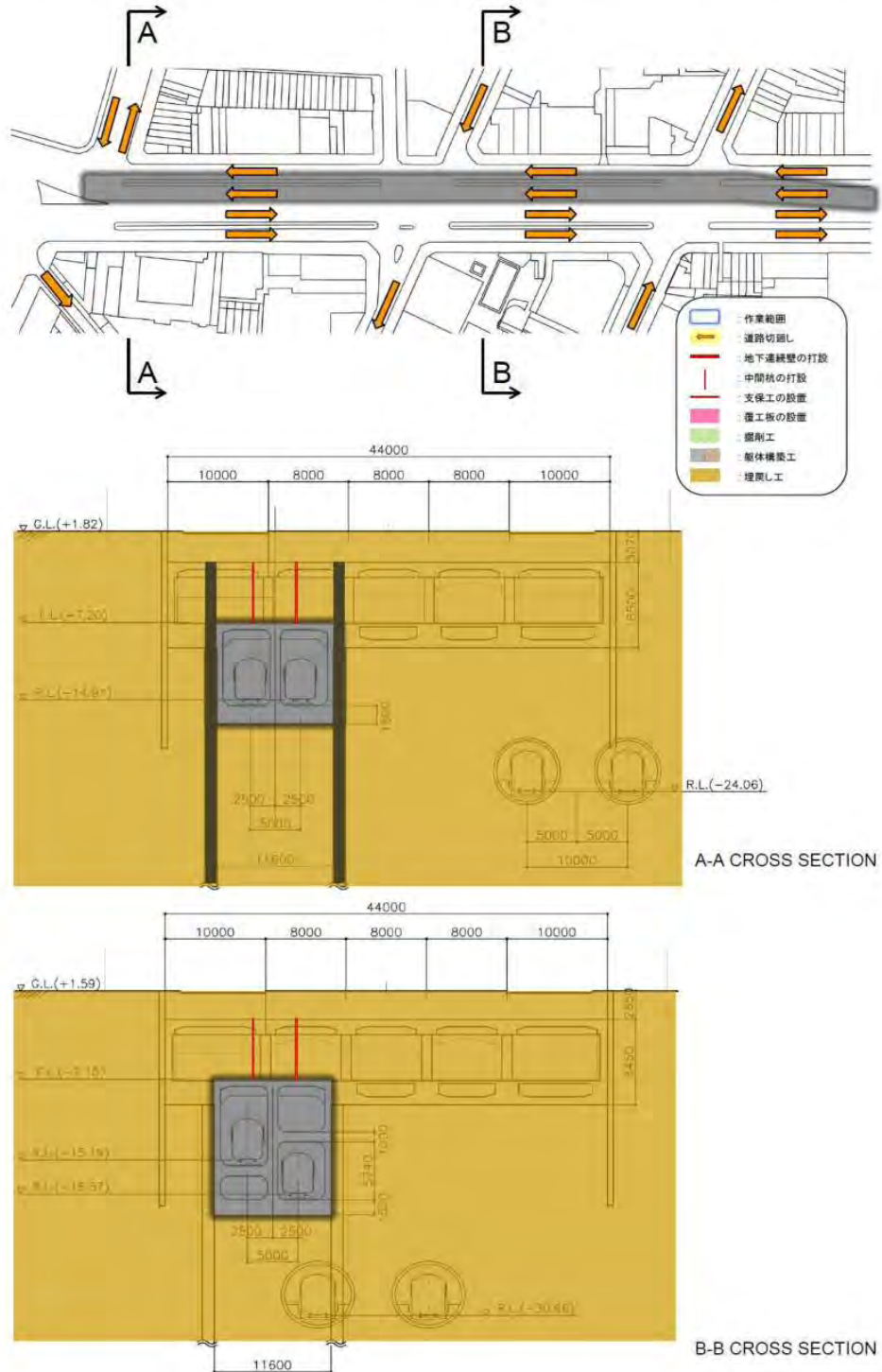


図 4.99 レロイ通り地区の都市鉄道1号線と地下街の施工手順図 (その 7/14)

STEP 2-2 : Traffic Diversion



図 4.100 レロイ通り地区の都市鉄道1号線と地下街の施工手順図 (その8/14)

STEP 2-3 : Construction of Diaphragm Wall and Roof Slab (North Side)



図 4.101 レロイ通り地区の都市鉄道1号線と地下街の施工手順図 (その9/14)

STEP 2-4 : Traffic Diversion

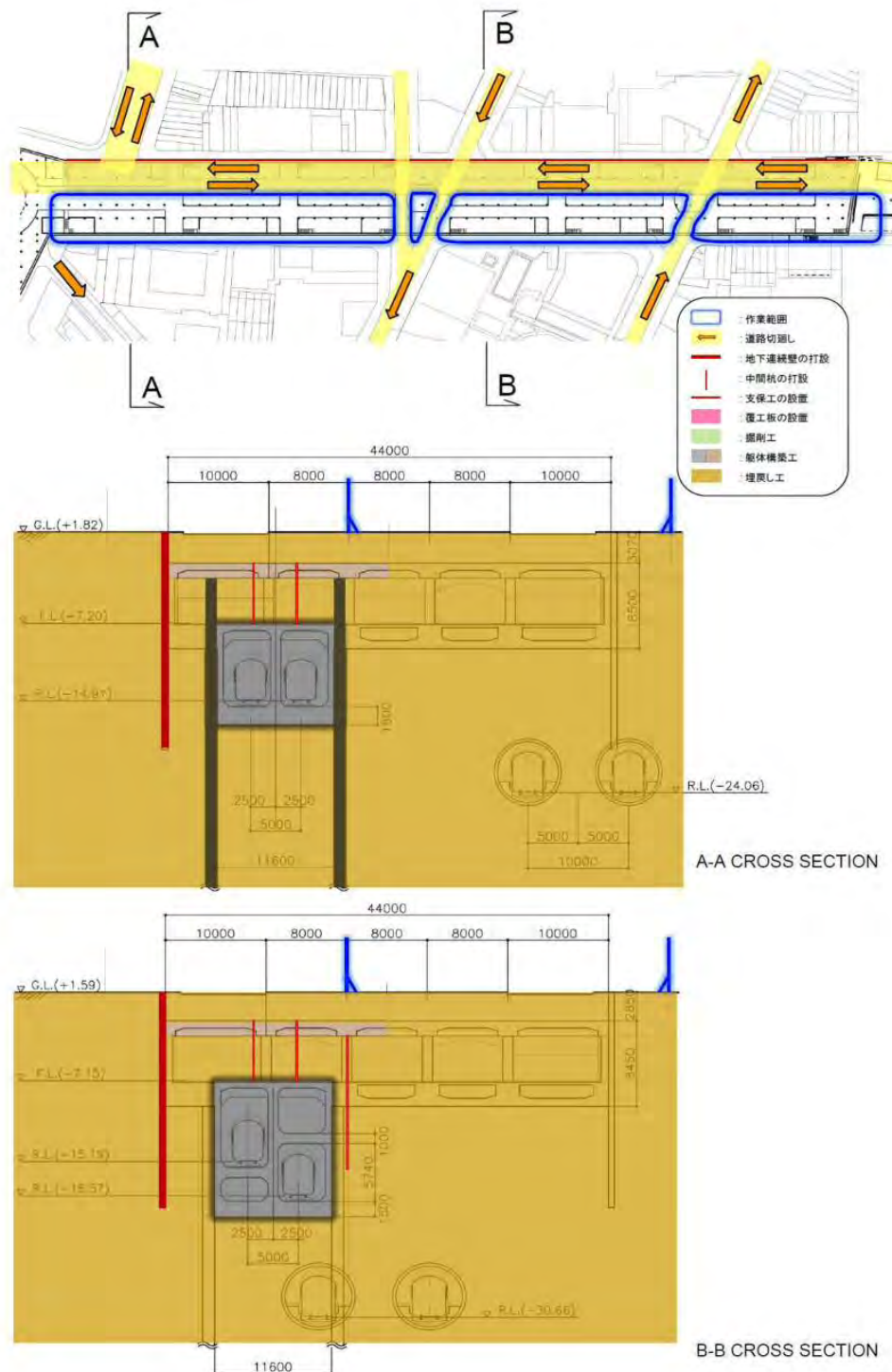


図 4.102 レロイ通り地区の都市鉄道 1 号線と地下街の施工手順図 (その 10/14)

STEP 2-5 : Construction of Diaphragm Wall and Roof Slab (South Side)

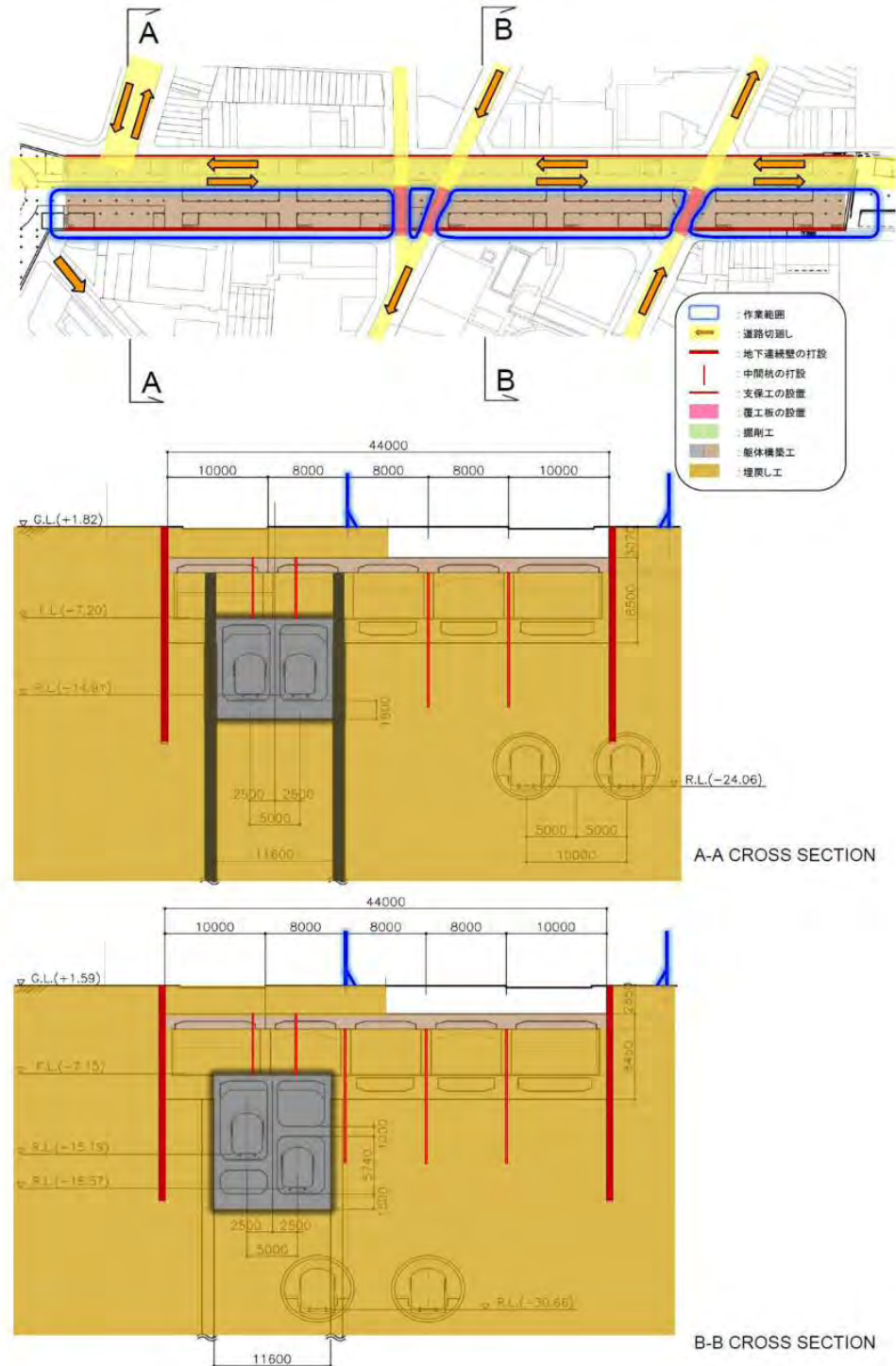


図 4.103 レロイ通り地区の都市鉄道 1 号線と地下街の施工手順図 (その 11/14)

STEP 2-6 : Traffic Diversion



図 4.104 レロイ通り地区の都市鉄道 1 号線と地下街の施工手順図 (その 12/14)

STEP 2-7 : Construction of Base Slab



図 4.105 レロイ通り地区の都市鉄道 1 号線と地下街の施工手順図 (その 13/14)

STEP 2-8 : Operation Start of USM

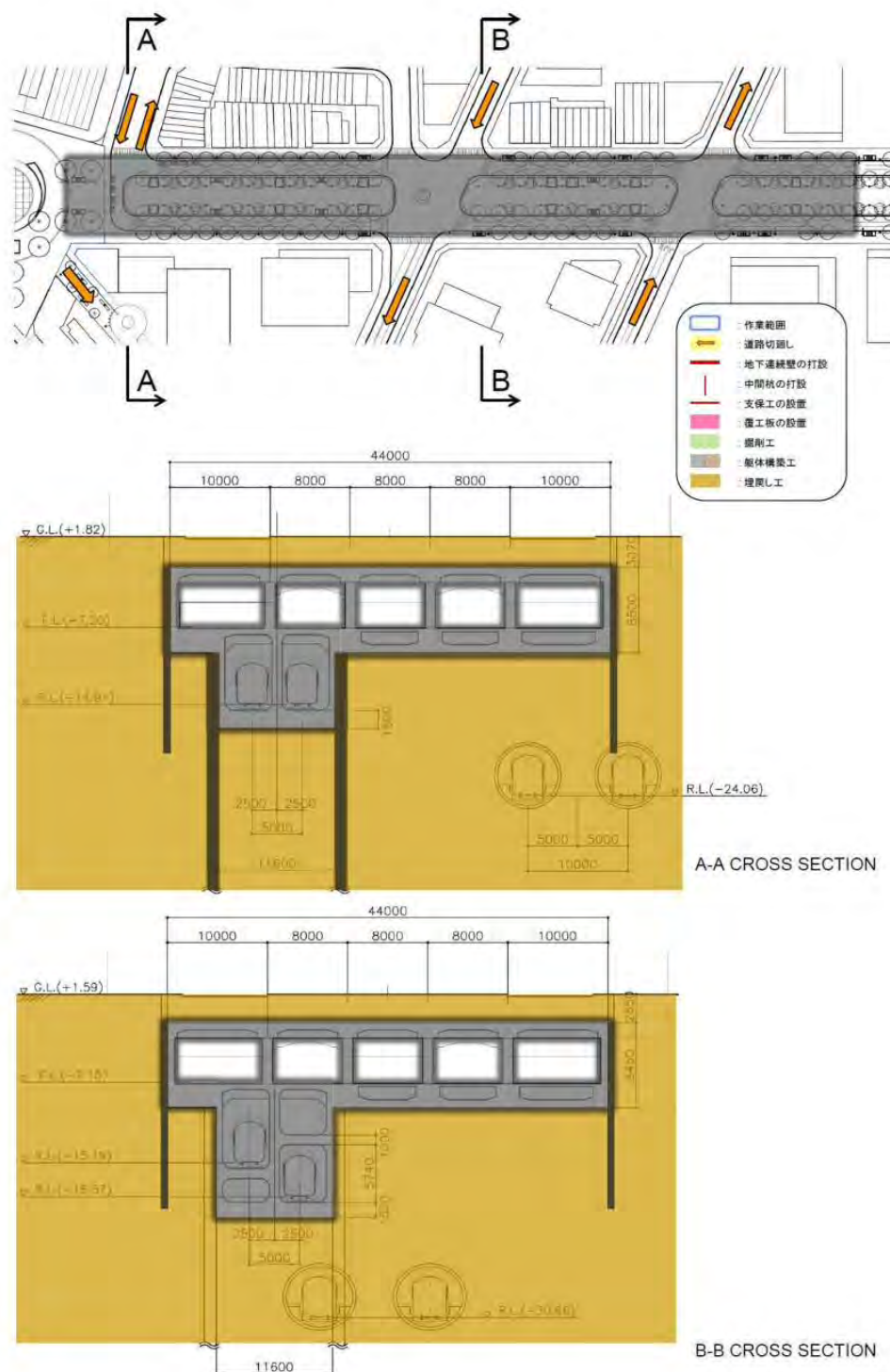


図 4.106 レロイ通り地区の都市鉄道 1 号線と地下街の施工手順図 (その 14/14)

表 4.31 レロイ通り地区の地下街の概略工程 (分割施工案)

