

資料は委員会での意見を踏まえ、
修正を行っております。

3. 再掘削工法について

- (1) 工法選定にあたって…………… P1～P3
 - 1) 工法選定検討フロー
 - 2) 工法選定にあたっての現場条件
- (2) 工法比較…………… P4～P10
 - 1) 各工法の比較
 - 2) 人工岩盤掘削
 - 3) 特殊シールド
 - 4) 開削工法

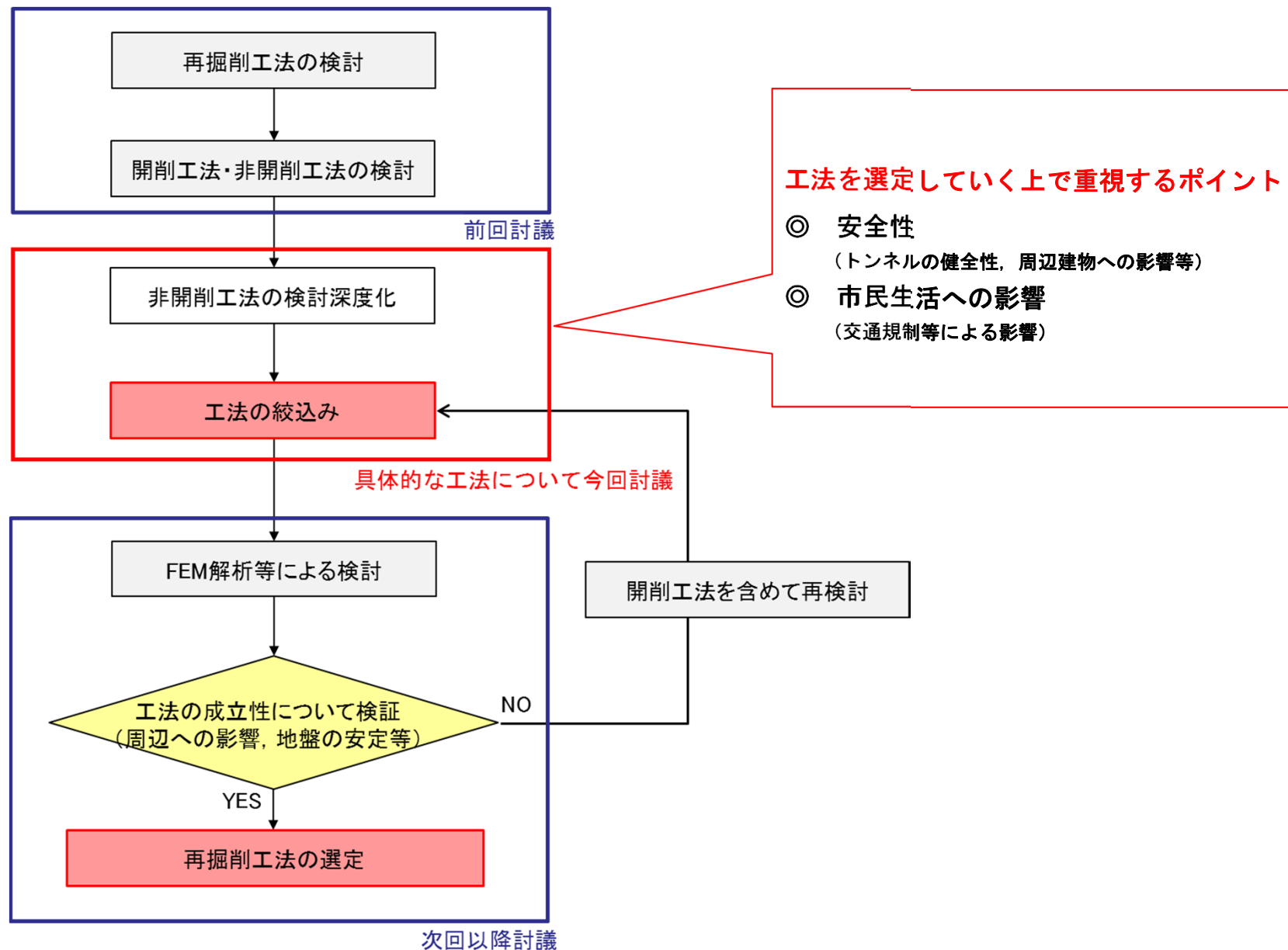
平成29年 10月 4日(木)

福岡市交通局

(1) 工法選定にあたって

1) 工法選定検討フロー

大断面部の再掘削工法選定を進めていくうえで、前回の技術専門委員会を踏まえた検討フローを示す



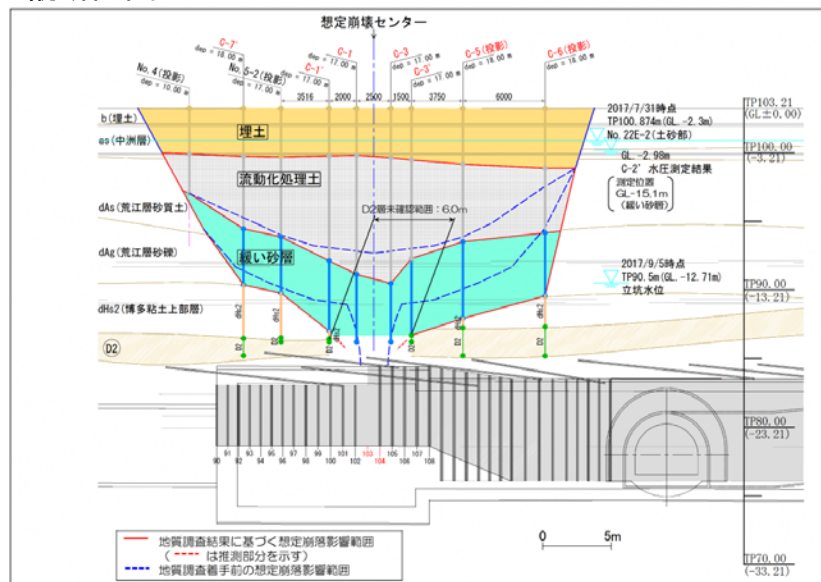
(1) 工法選定にあたって

2) 工法選定にあたっての現場条件（想定陥没形状，地下埋設物敷設状況）

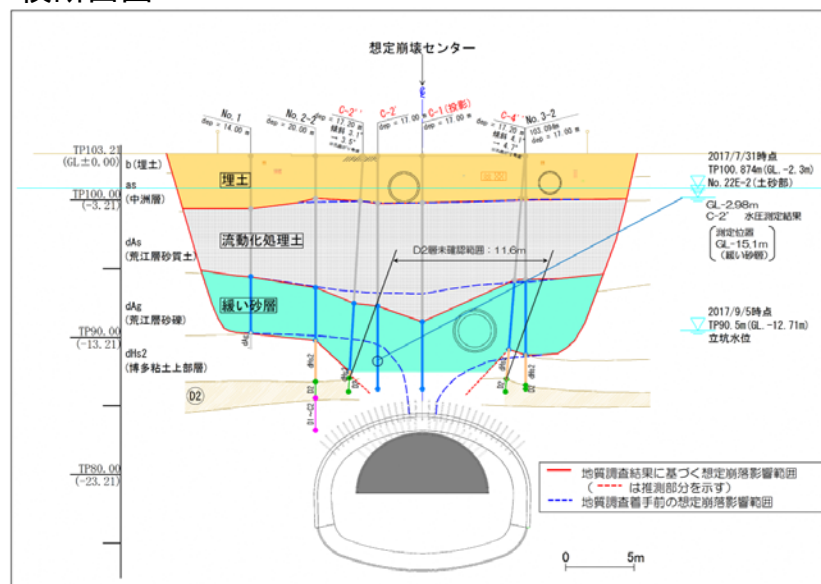
大断面部の再掘削工法の選定を進めていくうえで，想定陥没形状，地下埋設物敷設状況を整理した。

想定陥没形状

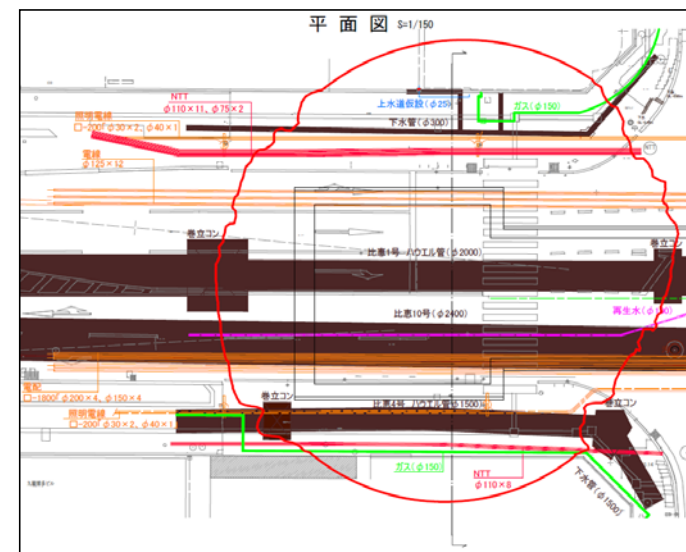
縦断面図



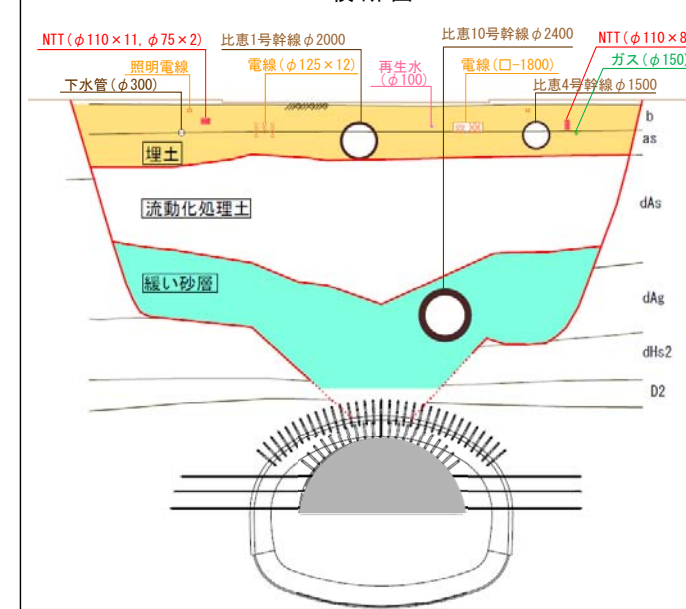
横断面図



地下埋設物敷設状況



横断面図



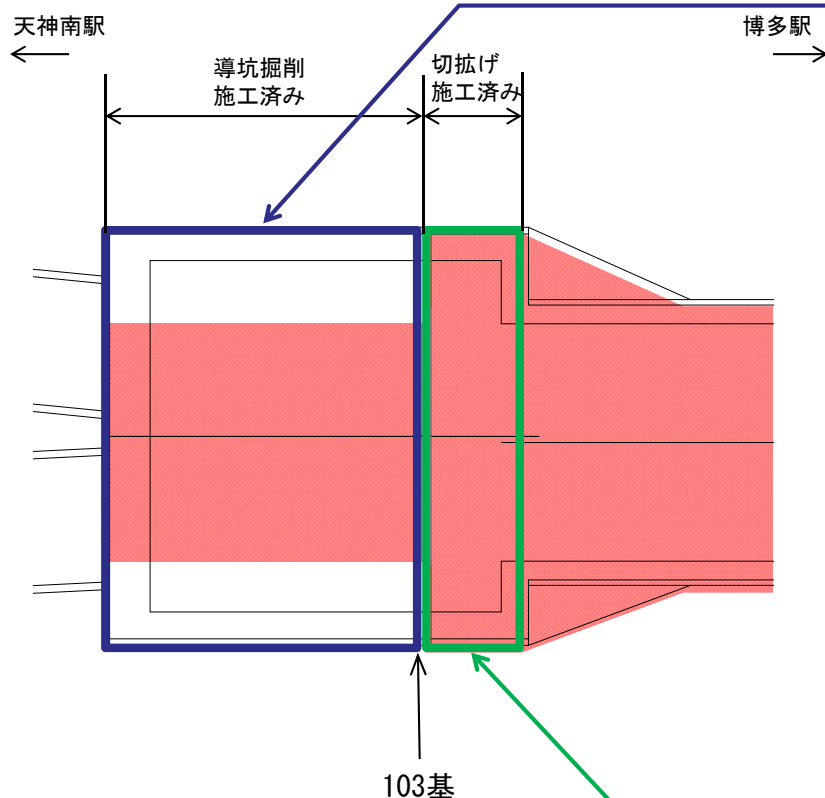
(1) 工法選定にあたって

2) 工法選定にあたっての現場条件（陥没直前の状況）

大断面部の再掘削工法の選定を進めていくうえで、大断面部の陥没直前の状況を整理した。
なお陥没直前の掘削状況は、陥没した103基を境に中間駅側は「導坑掘削施工済み」、博多駅側は「切詰め施工済み」である。

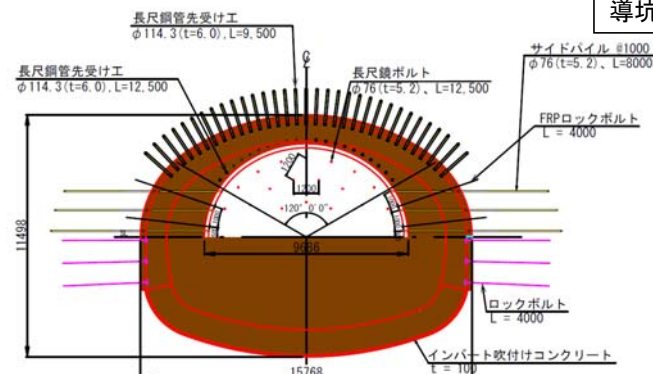
道路陥没直前の支保工設置状況

大断面部



※現在は支保工の健全性を確認できていない

導坑掘削施工済み



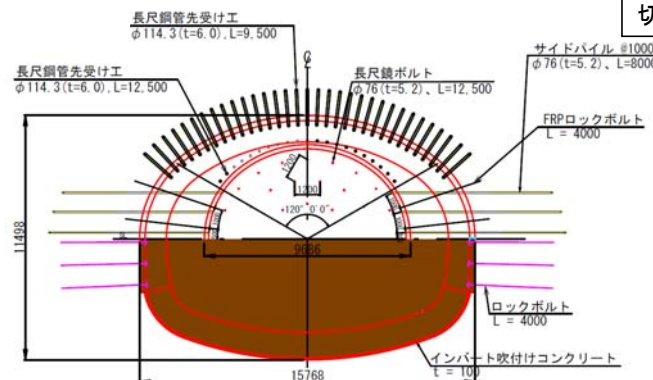
支保工

- ・吹付けコンクリート (t=20cm)
- ・鋼製支保工 (H-150@800~900)
- ・FRPロックボルト (L=4m×6本)

補助工法

- ・鏡吹付けコンクリート工 (t=5cm)
- ・長尺鏡ボルト工 (L=12.5m×18本)
- ・長尺鋼管先受け工 (φ114.3mm, L=12.5m×21本)

切詰め施工済み



支保工

- ・吹付けコンクリート (t=25cm)
- ・鋼製支保工 (H-200@800~900)

補助工法

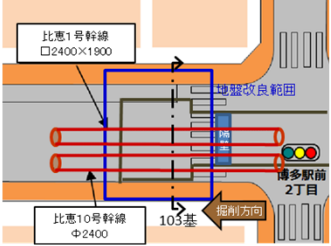
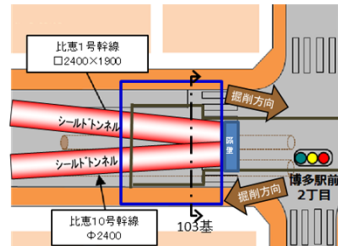
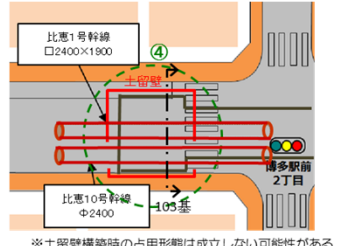
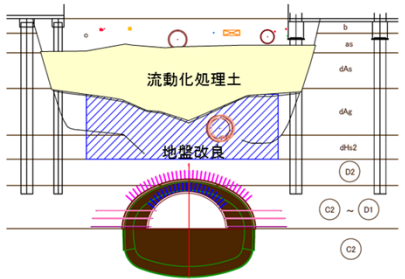
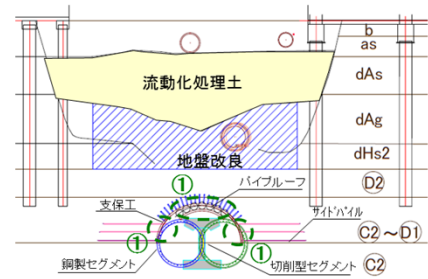
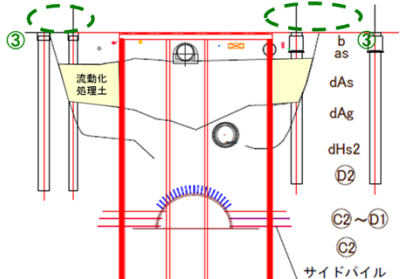
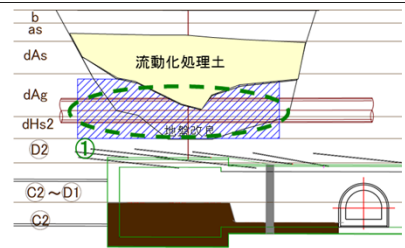
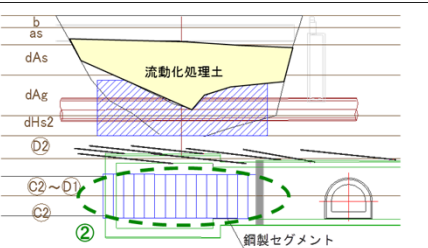
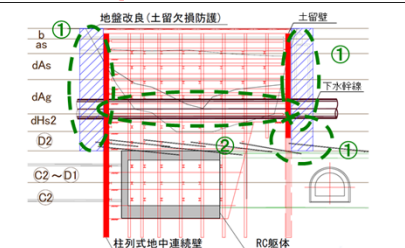
- ・鏡吹付けコンクリート工 (t=5cm)
- ・長尺鋼管先受け工 (φ114.3mm, L=9.5m×33本)
- ・サイドパイル工 (φ76mm, L=8.0m×6本)

(2) 工法比較

1) 各工法の比較

再掘削工法における安全性・市民生活への影響について、各工法の比較を行う。
(各案の具体的なリスクやその対策については、次項以降参照)

凡 例	○	△	▲
リスク または 影響の大きさ	小	中	大

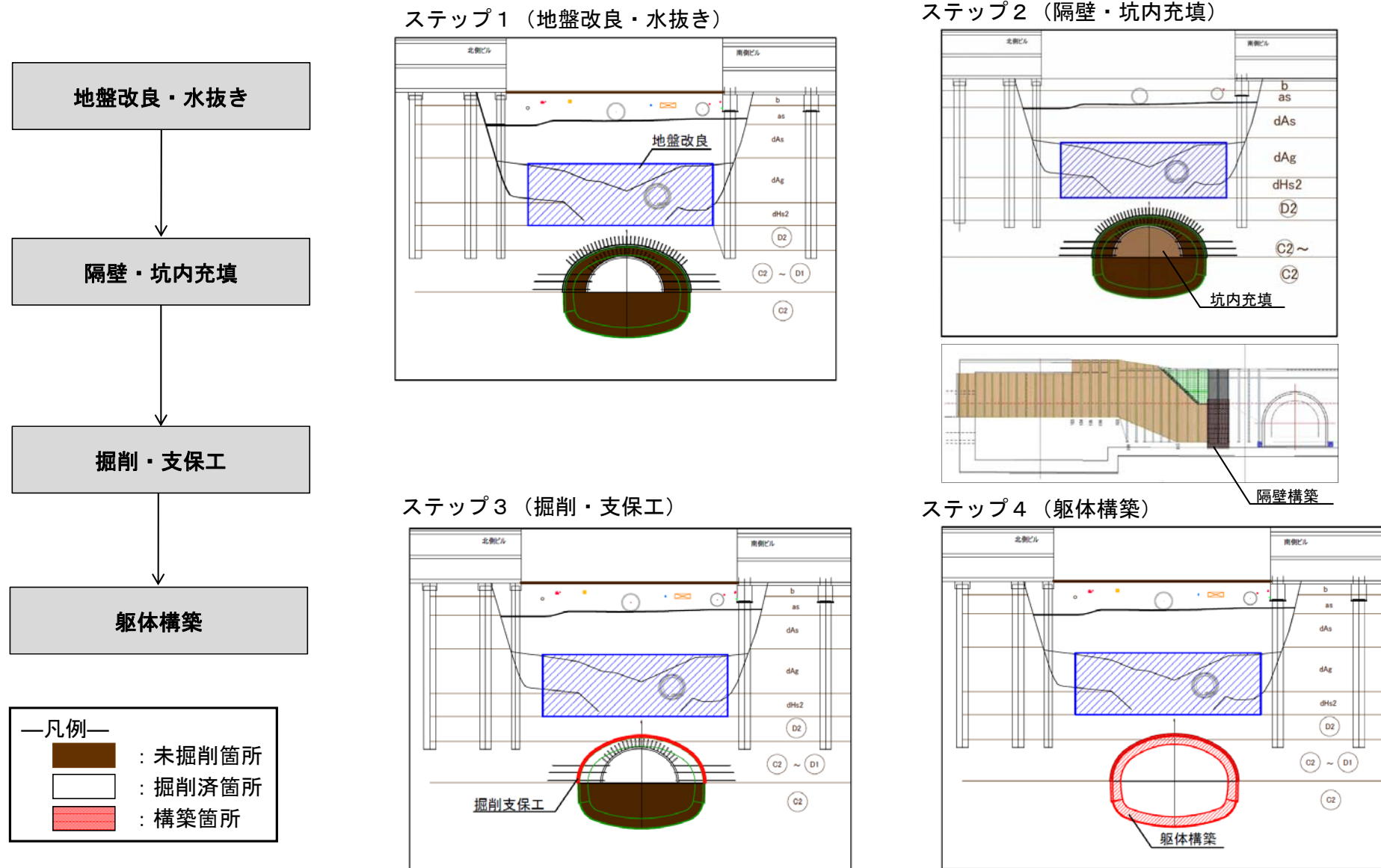
大分類		非開削工法		開削工法
案		人工岩盤掘削	特殊シールド	開削工法
施工概要		地上から地盤改良を行い、人工岩盤を形成して横穴式に地中を掘り進み、トンネルを造る	シールド区間を延長し、延長した区間で2本のシールドトンネルを非開削にて連結させトンネルを構築する方法で、標準トンネル部でナトム区間と接続する	地表面を上から直接掘り下げて、構造物を造り、埋戻して復旧する
特色		既存トンネル支保工を可能な限り使用することが可能	密閉型の「M」工法であるため、切羽を開放せずに施工することが可能（事前の準備工を除く）	陥没部の目視確認を行いながら施工可能
施工イメージ	平面図			
	断面図 (陥没した103基断面図)			
	縦断面図			
(想定されるリスク)	水や土砂が流入するリスク	① 地盤改良不足により掘削時に地山が露み、水や土砂が流入する	① 支保工の切断によりトンネルが変形し、水や土砂が流入する	① 土留欠損部のD2層の地盤改良が困難であり、掘削時に地山が露み、水や土砂が流入する
	地表面沈下や地下埋設物に影響を与えるリスク	—	—	② 掘削範囲内に雨水幹線を露出させることで変形や破損等が生じる
	周辺建物に影響を与えるリスク	—	—	③ 土水圧により土留壁が変位し、周辺建物に影響を与える
	その他のリスク	—	② シールド掘進範囲に障害物があった場合、シールド掘進を一旦止め、人力撤去等の必要が生じる	—
	市民生活への影響	—	—	④ 長期間の道路占用が生じる

※「—」の項目については、考えられるリスクが少ないことを示す（次項以降参照）

(2) 工法比較

2) 人工岩盤掘削（施工ステップ）

地上から地盤改良を行い、人工岩盤を形成して横穴式に地中を掘り進み、トンネルを造る人工岩盤掘削について、施工及びリスクとその対策を整理する。



※上図はイメージを示したものである

上図は陥没した103基の断面を示す

(2) 工法比較

2) 人工岩盤掘削（リスクとその対策）

人工岩盤掘削におけるリスクとその対策について整理する
（水抜き・土砂撤去時のリスクとその対策は別途整理する）

a. トンネル掘削時に周辺地山が変位した場合、
周辺建物に影響を与える

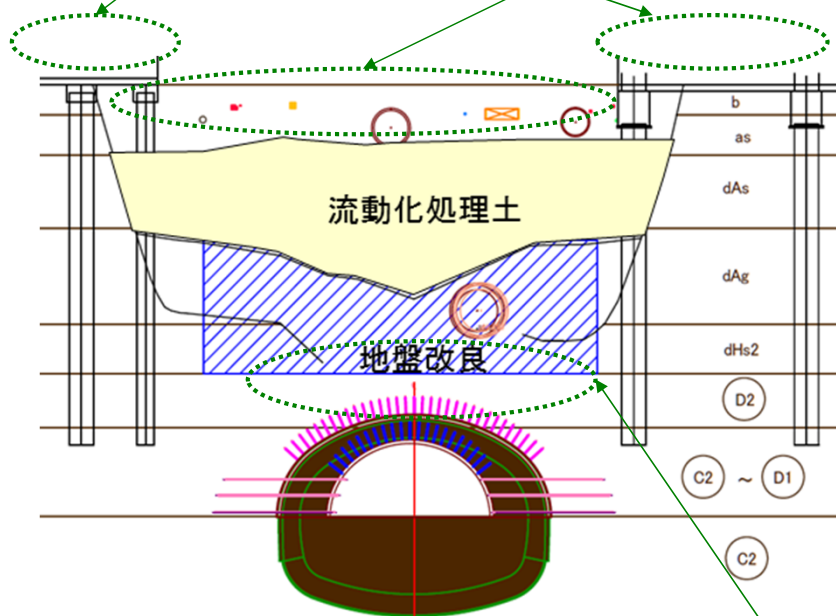
- ・地質調査結果を踏まえた変位解析を行い、
施工に伴う変位を把握する
- ・有害な変位とならないような、掘削時の変位
を抑える補助工法を追加する

b. トンネル掘削時に周辺地山が変位した場合、
地下埋設物に影響を与える

- ・地質調査結果を踏まえた変位解析を行い、
施工に伴う変位を把握する
- ・必要に応じ、地下埋設物を移設・防護
する

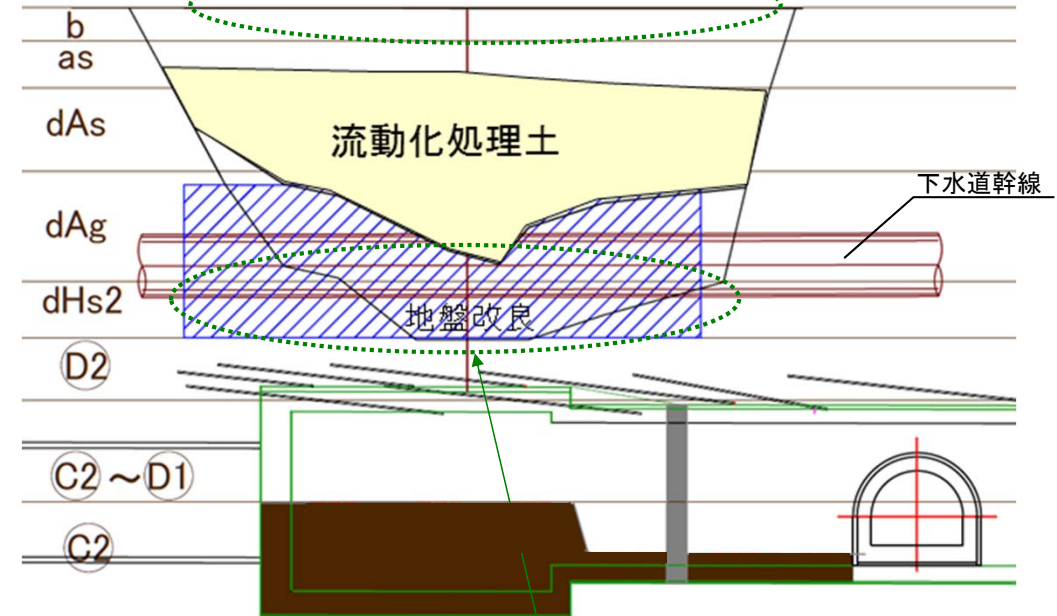
e. 地盤改良の際には、道路占用が生じるが、その
後は、地上での作業が少ないため、道路交通へ
の影響が小さい

凡例				
小				大
リスク	リスク	リスク	対応策	市民生活 への影響



c. 高い地下水位に対する止水対策が不十分な
場合、トンネル坑内に地下水が流入する

- ・遮水壁により、地下水の流入リスクを
排除する



d. 雨水幹線や障害物の影響により未改良部
ができた場合、トンネル掘削時にトンネル
の上部が緩みトンネルが変形し、水や土砂
が流入する

- ・遮水壁により、地下水の流入リスクを排除する
- ・未改良部の発生を抑えるために、地盤改良を組
み合わせるなど施工方法を工夫し、確実性を増す

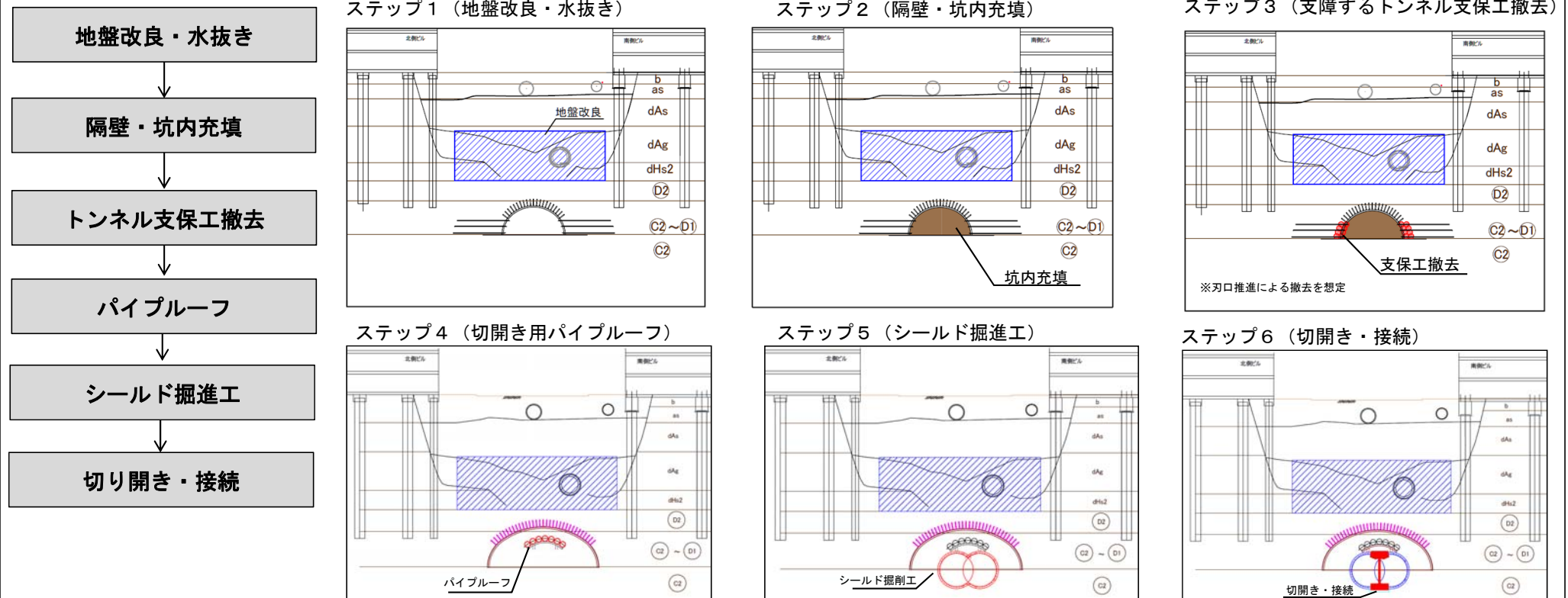
(2) 工法比較

3) 特殊シールド（施工ステップ）

大断面部については、西行線と東行線の軌道線形が接近する区間であるため、通常のシールド工法では、先行して設置されたシールドセグメントが後行で設置するシールドセグメントに干渉し、対応できない。

この課題を解決するために、設置済みのシールドセグメントを切削しながら施工できる特殊シールドについて、施工及びリスクとその対策を整理する。

特殊シールド	
工法概要	先行するシールドトンネルの覆工の一部に、シールドのカッタービットで切削が可能なセグメントを組み込み、後行シールド機で直接切削して2本のシールドトンネルを非開削で連結し、地中での接合を可能とする工法。
メリット	2本のシールドトンネルを非開削にて連結させ、最終構造形として扁平断面の地下空間を構築することが可能
デメリット	・既存のセグメントを切削した箇所が弱部となる可能性がある
本現場への適応性	既存先進導坑の支保工をシールド掘削に先行して撤去する必要がある セグメントを直角に切削した施工実績はあるが、ほぼ平行に近い位置関係で切削した施工実績は無いため、試験等を行い適応性を確認する必要がある



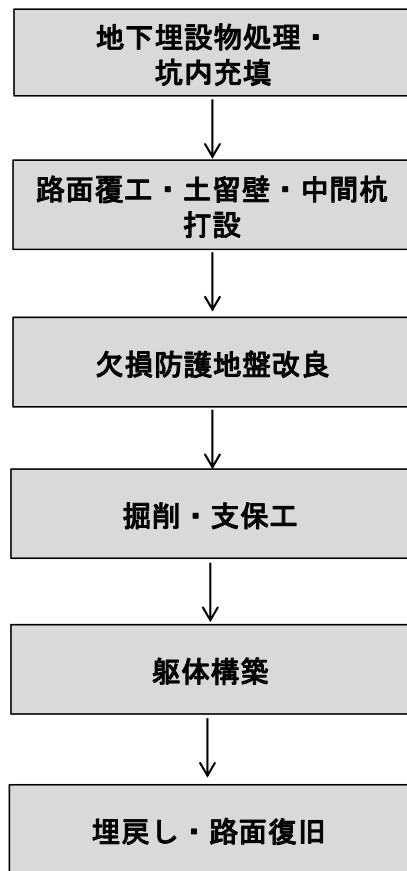
※上図はイメージを示したものである

上図のステップ 1～3 は陥没した 103 基の断面、ステップ 4～6 は切込げ支保工との位置関係が分かるよう、より博多駅側の断面を示す

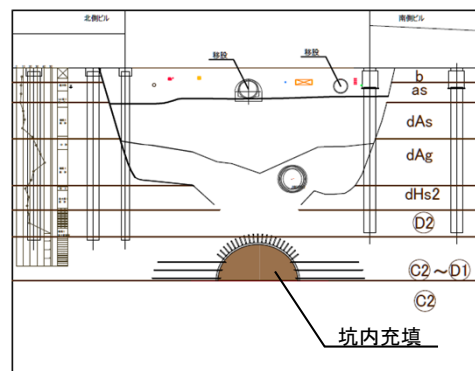
(2) 工法比較

4) 開削工法（施工ステップ）

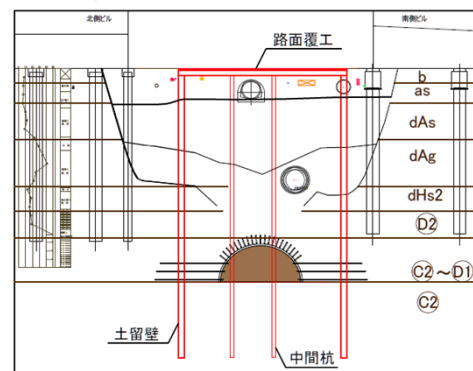
地表面から直接掘り下げて構造物を造り、埋戻して復旧する開削工法について、施工及びリスクとその対策を整理する。



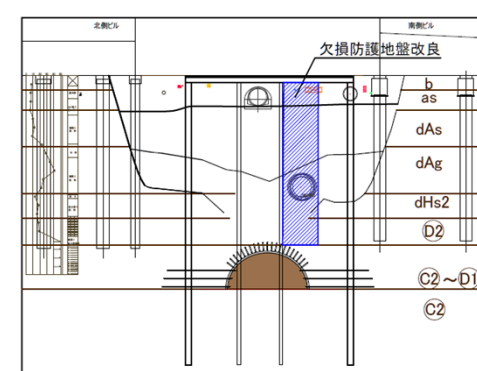
ステップ1
(地下埋設物処理・坑内充填)



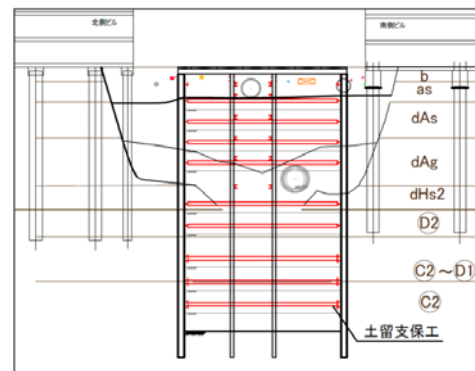
ステップ2
(路面覆工・土留壁・中間杭打設)



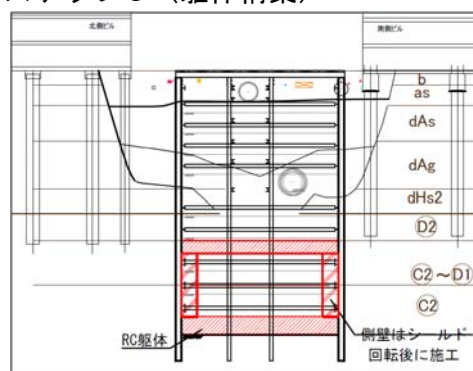
ステップ3 (欠損防護地盤改良)



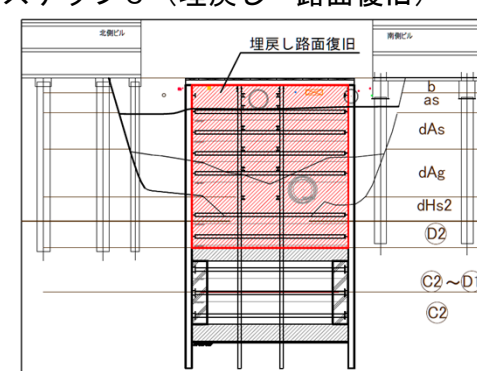
ステップ4 (掘削・支保工)



ステップ5 (躯体構築)



ステップ6 (埋戻し・路面復旧)



※上図はイメージを示したものである

上図は陥没した103基の断面を示す

(2) 工法比較

4) 開削工法（リスクとその対策）

開削工法におけるリスクとその対策について整理する
（水抜き・土砂撤去時のリスクとその対策は別途整理する）

