

パイプカルバート改良工の当初設計の問題点と工夫

【工事概要】

- < 工事名 > 東名高速道路 富士管内ボックスカルバート塩害補修工事
- < 発注者 > 中日本高速道路株式会社 東京支社
- < 施工箇所 > 静岡県沼津市足高～静岡県静岡市清水区八坂



図.1 施工箇所位置図

- < 工期 > 平成30年3月20日～令和2年1月28日
- < 請負金額 > ¥828,157,990 (税抜)
- < 工事内容 >

ボックスカルバート補修工事(14箇所)	
構造物掘削	893 m ³
コンクリート構造物取壊し	36 m ³
アスファルト舗装版取壊し	69 m ³
用・排水管 P(H)・1・Φ2.00 (Sd-R)	17.9 m
用・排水管 P(H)・1・Φ2.00 (S) (P)	32.9 m
用・排水管 P (FRPM)・2・Φ1.80B	2.8 m
集水ます TypeL、集水ます TypeM	1 箇所

< 工事の目的 > 本工事は「図.1」の青枠内のボックスカルバート補修工事、主に「塩害修復工」、「はく落防止対策工」(14BOX)で施工する工事と、赤枠内のパイプカルバート改良工事の大きく分けて2つの工事から構成されており、その内パイプカルバート改良工事が本論文対象工事である。
 当該工事の目的として、清水IC内を横断する排水路は従来、灌漑用水(農作業のための用水)として利用されておりこの清水IC内で分岐し7:3で排水する構造であった(写真-1青線)。しかし、現在では用水としての利用がなくなったこと、下流側にある飯田地区の浸水対策として排水構造を10:0とし(写真-1赤線)、この下流にある神明川雨水2号幹線のボックスカルバートへの接続を行う工事となっている。

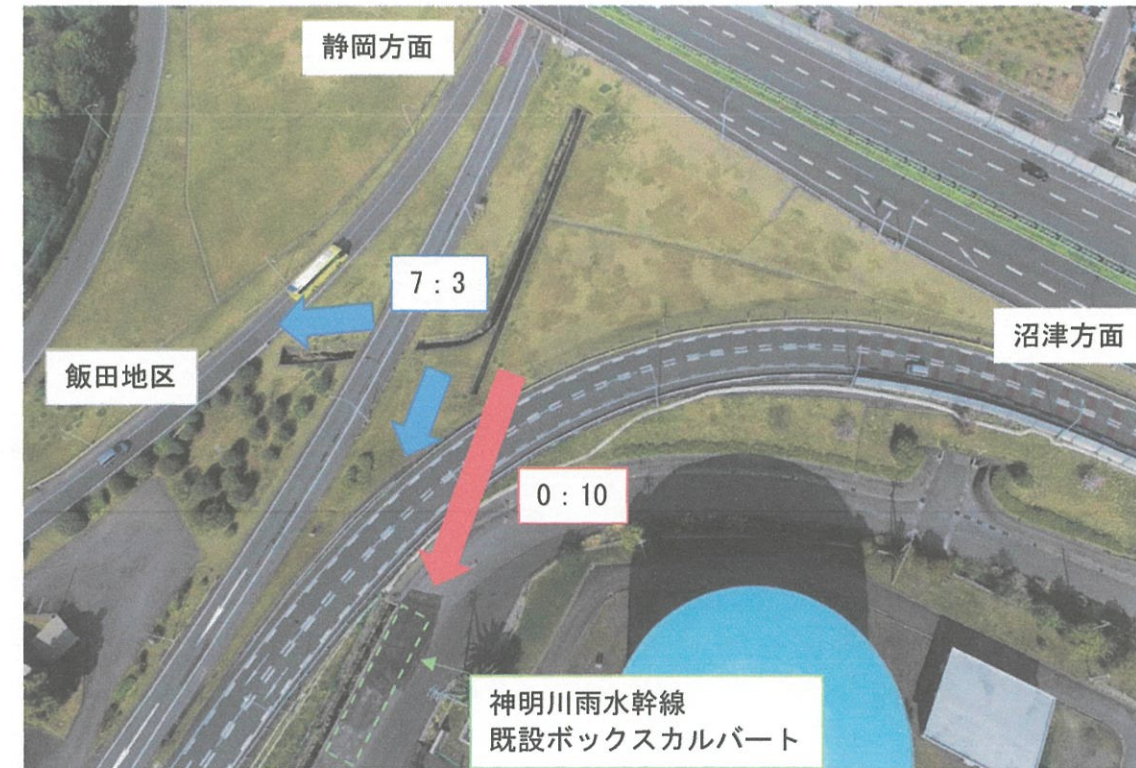


写真-1 青線：施工前の排水路 赤線：施工後の排水路

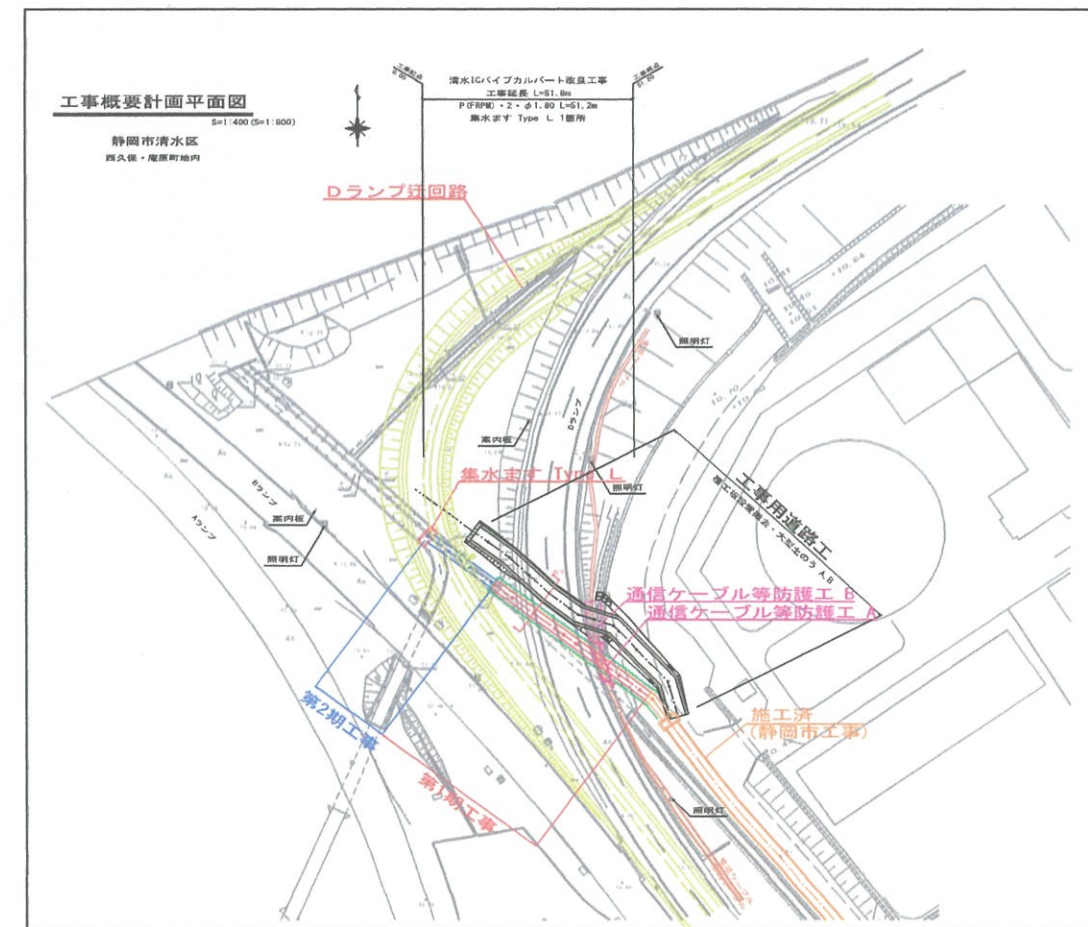


図.2 当初平面図

【当初設計の施工方法と問題点】

本工事のメイン工種であるFRPM管敷設は当初設計では、Dランプ迂回路を設置し、Dランプを切回した後Dランプを開削してFRPM管を敷設する計画であった。

〈当初設計施工フロー〉

当初設計での施工順序は、まず第1期工事として既設水路に覆工板を設置し、迂回路を構築する。迂回路の構築完了後、供用ランプをDランプから迂回路へ切替え、その後迂回路から下流側に開削工法にてΦ1800のFRPM管を敷設し既に整備済みの下流域へ接続するというものであった。

(第1期工事施工フロー)

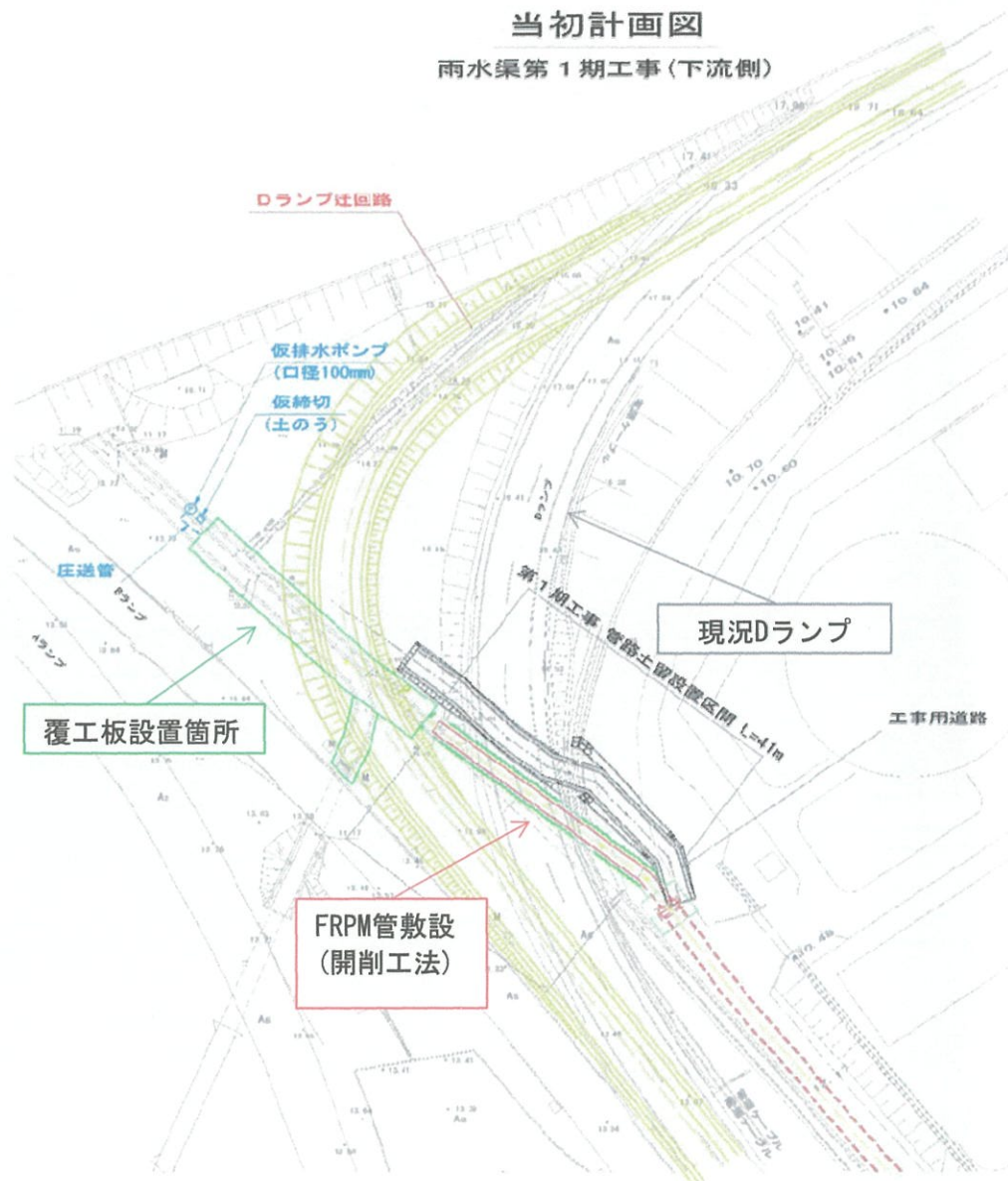
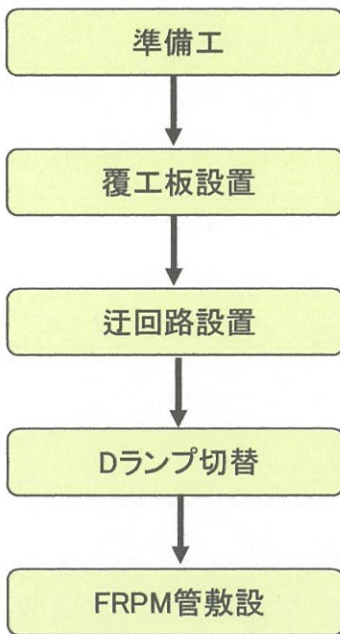


図.3 1期工事計画図

(第2期工事施工フロー)

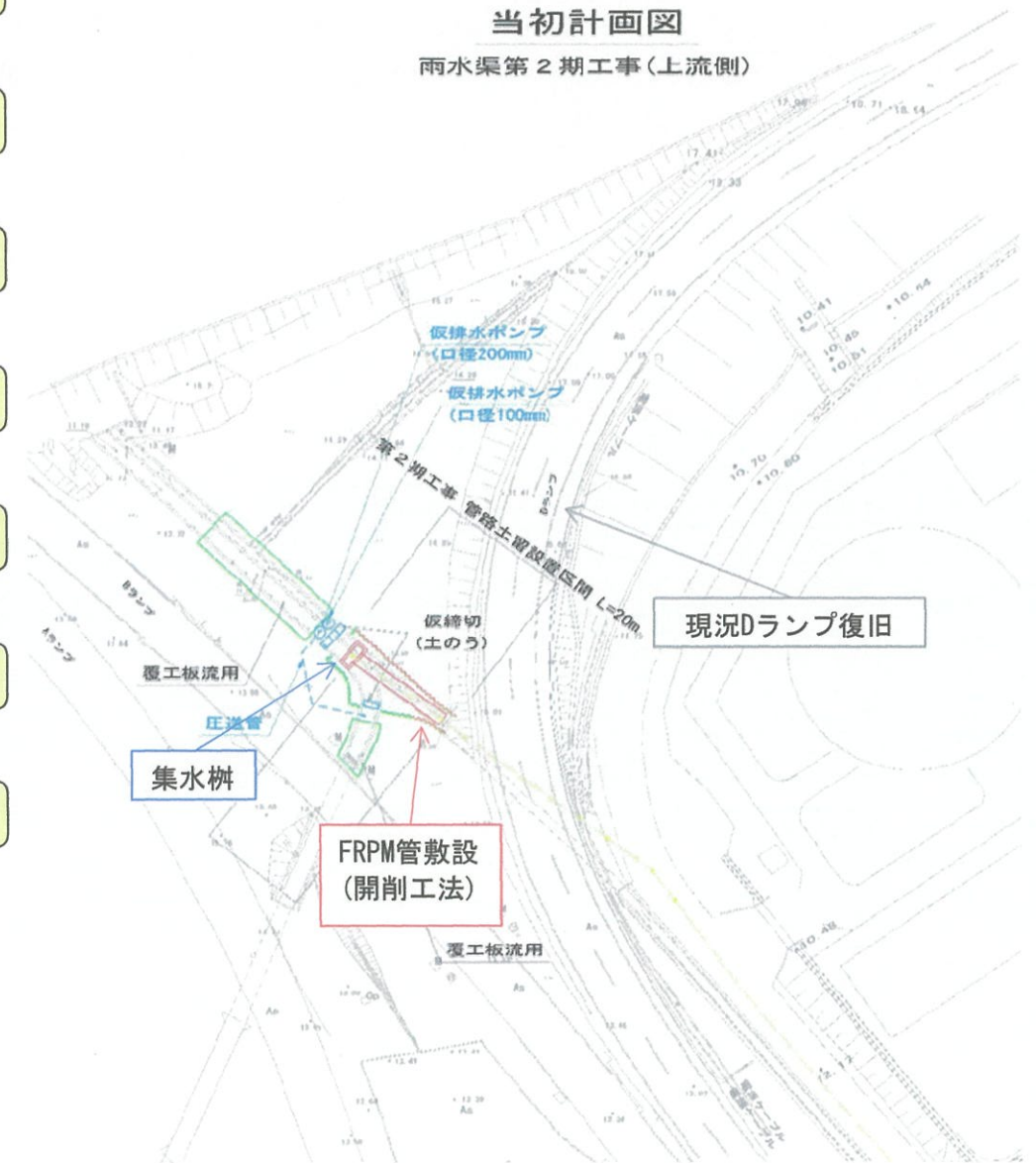
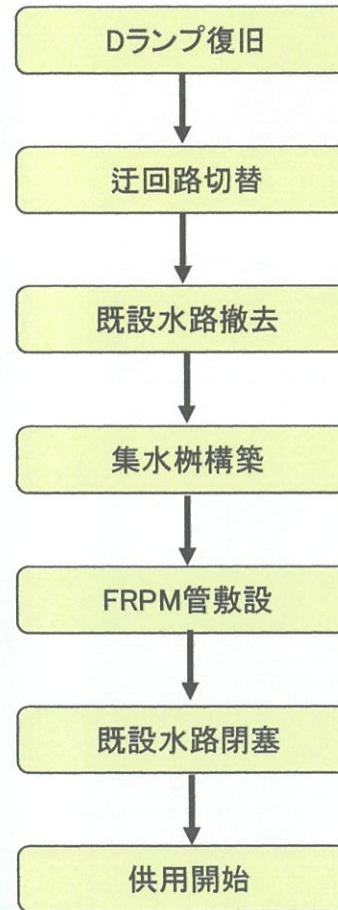


図.4 2期工事計画図

<当初設計の問題点①>

「一般車両の事故発生リスクの増加」

当初設計におけるDランプ迂回路の線形が、図.5の黄色着色部となる。現況のDランプはR=140mと急な線形のためかねてより事故の多い箇所であった。しかしDランプ迂回路はR=40mとさらに急な線形となること、また、現況の2車線を1車線とすること、これら2つの要因から事故発生リスクを高める懸念があった。



図.5 平面図

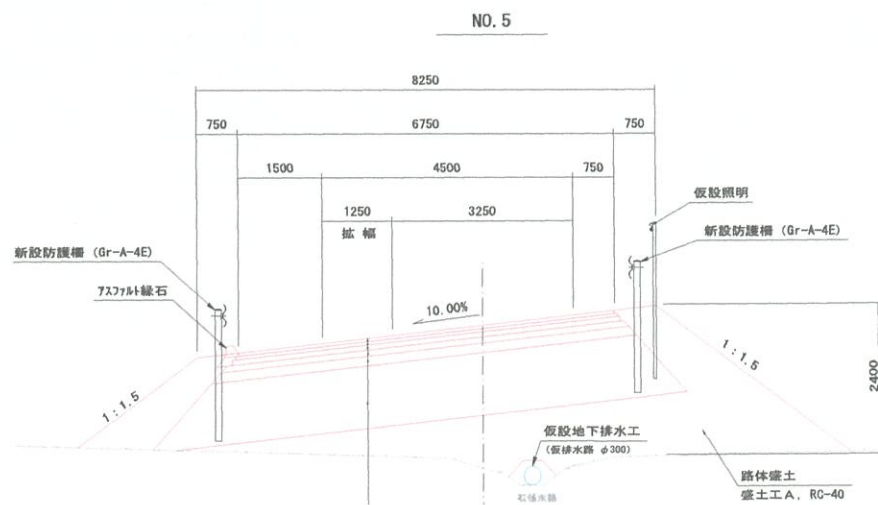


図.6 No.5横断面

<当初設計の問題点②>

「工事車両と一般車両の事故発生リスクの増加」

図.6が迂回路の標準断面図であり、図.5平面図のNo.5の位置になります。迂回路構築時は基本的に車両や機械は静岡ICを經由しBランプからの出入りとなる。土量だけで路床から上層路盤まで約3,000m³程度あり、なおかつ盛土高さが2.4mのため、施工時には手前に摺り付け盛土がプラスアルファ必要となることから、土量も増加し、車両の転回や待機スペースの確保が困難となる。これにより作業効率の低下、および車両出入り期間が長期化することにより本線通行中の事故や出入り時の一般車両との接触事故発生リスクを高めることになる。

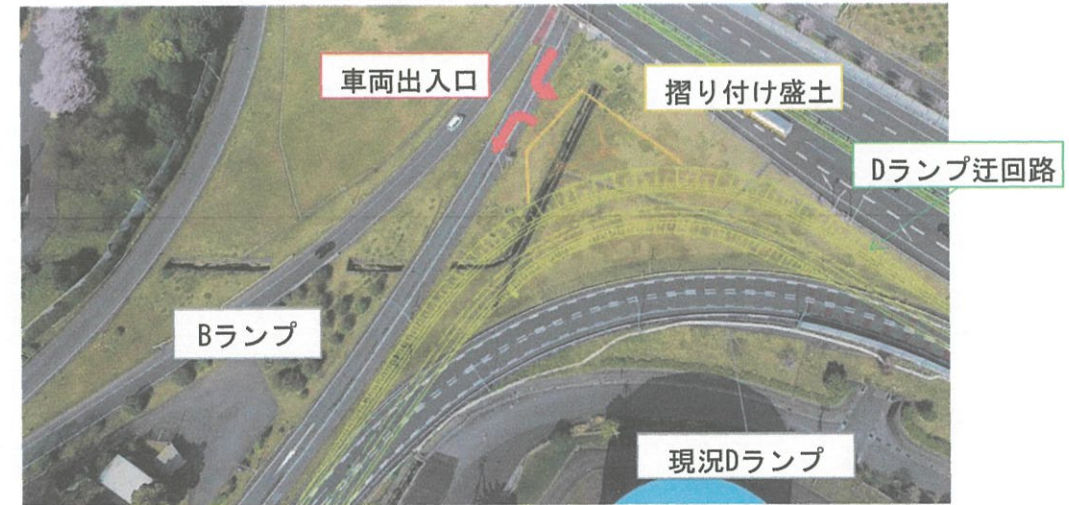


写真-2 着手前空撮

<当初設計の問題点③>

「本線規制(先頭固定規制)による大渋滞の発生」

本線規制は、現況ランプからDランプ迂回路への切替えとDランプ迂回路から現況Dランプへの切替えの2回発生する。その際ランプは通行止めや封鎖等ができないため、先頭固定規制というものが必要であった。写真-2が他社で施工していたリニューアル工事で先頭固定規制を行ったときの状況写真である。警察と交通管理隊車両が切替箇所のある程度手前から後続車を背負いながら低速走行し、その間に切替を行うという規制方法であった。写真のとおり大渋滞が発生する。当現場はすぐ手前に清水JCTがあり、東名・新東名の2路線で先頭固定規制を同時に行うため、実施に当たっては多くの調整や人員が必要となることから先頭固定規制を避けることができればという思いであった。

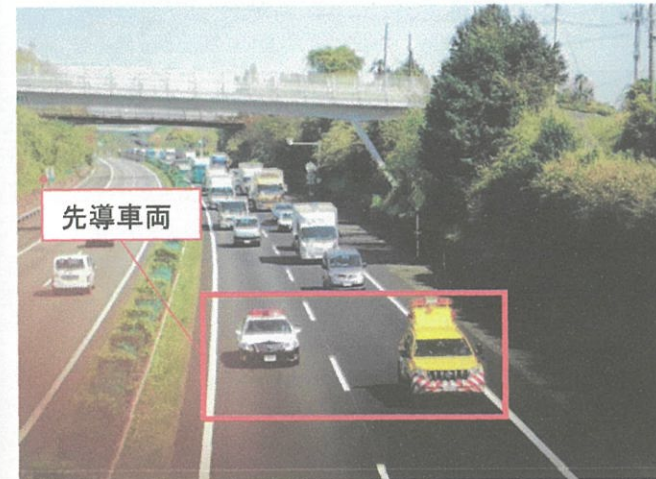


写真-3 先頭固定規制実施状況



写真-4 後続車量渋滞の様子

【当社提案事項】

〈開削工法から推進工法への変更〉

前述した3つの問題点をクリアするためには既設のDランプを開削することなくFRPM管を敷設し、Dランプの切回しをせずに、施工ヤードを確保し、先頭固定規制及び本線規制を最低限減らす必要があった。そこで開削の必要が無い推進工法による施工計画を立案した。図.7が変更の管渠計画図である。上流、下流の一部は開削による施工となるが、市道側に発進立坑、IC内に到達立坑を構築し、Dランプ下を推進施工することで、施工中でもDランプを通行することが可能なため迂回路や本線規制は一切不要となり、規制に伴う事故の発生、交通渋滞を防ぐことができる。しかし、この計画を立案する中で推進工法で施工するための課題が見つかった。次項に示す。

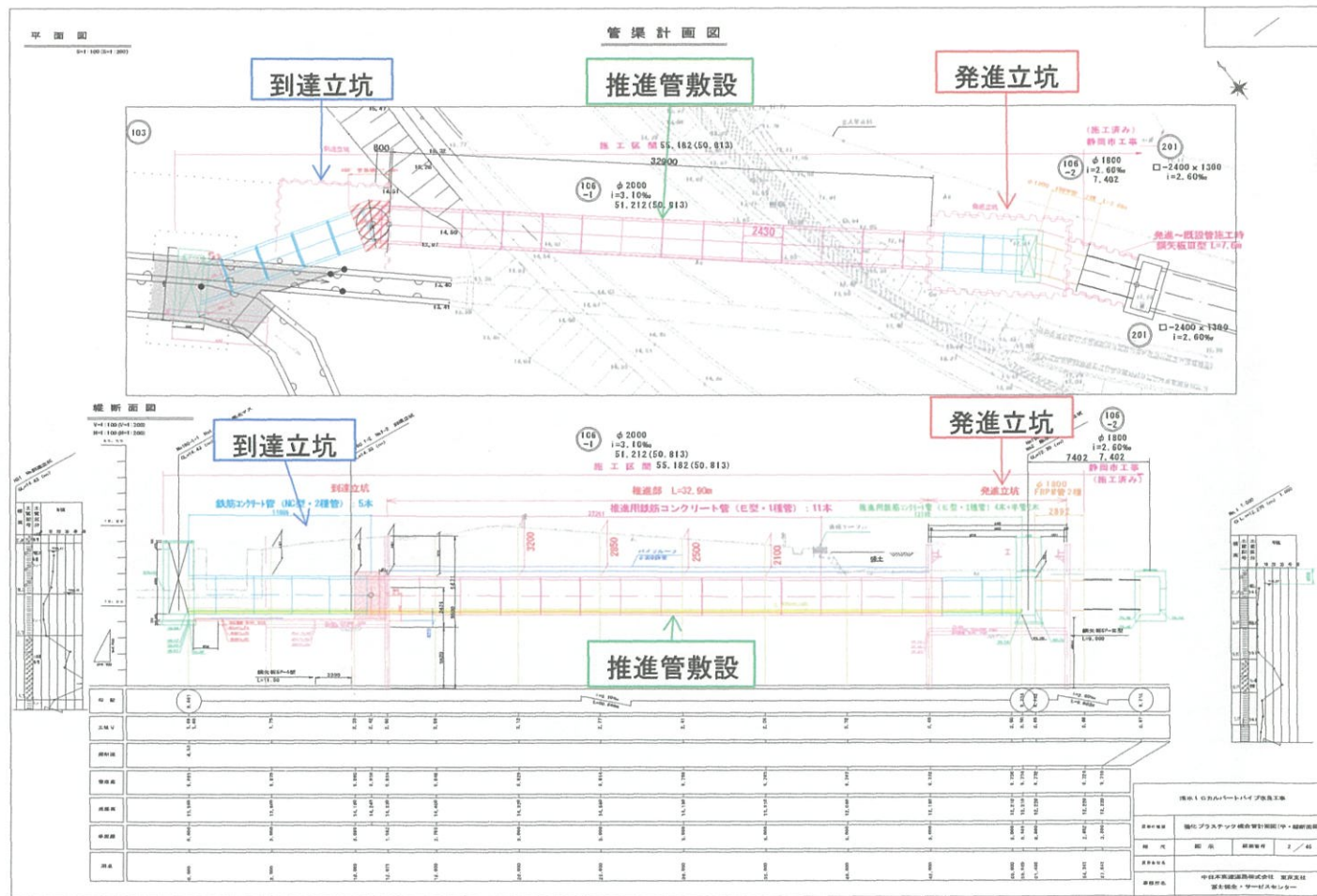


図.7 変更管渠計画図

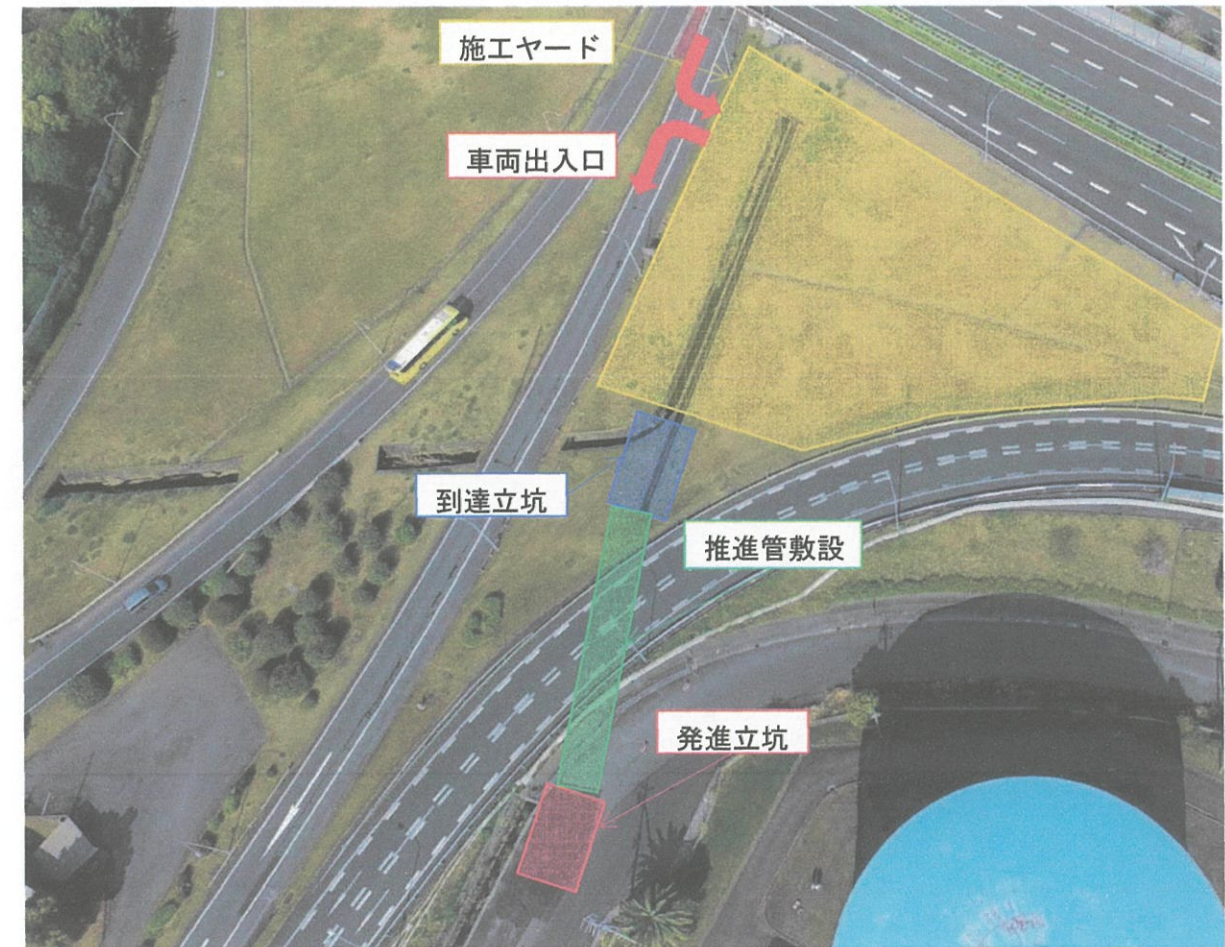


写真-4 施工形態図

<推進工法における課題と対策①>

※課題・・・低土被りによるDランプへの影響

推進工法における土被りについて(公)日本推進技術協会では、一般的に推進管の深さは立坑築造、湧水処理、将来の維持管理等から浅い方が望ましいが、安全な施工のためには種々の条件を考慮して、十分な土被りを取らなければならない。必要な土被りとして、一般的に1.0~1.5D(Dは管外径)とされている。本工事の最少土被りが1.6mであり、Dランプへの影響を考慮しなければならなかった。

※対策と結果・・・パイプルーフ工法(Φ300鋼管)の施工

パイプルーフ工法とは、鋼管パイプを本体構造物の外周に沿って等間隔にアーチ状に水平に打設し、ルーフや壁を作り、地上及び地下埋設物の防護を目的とする補助工法であり、推進施工時の掘削による地山の緩みや地表面の沈下を抑制するものである。

本工事では図.8の通り本管φ2000mmの上部にφ300の鋼管を11本施工しパイプルーフを形成した。懸念されていた低土被りによるDランプの推進施工中の道路陥没等の影響を抑制することができた。

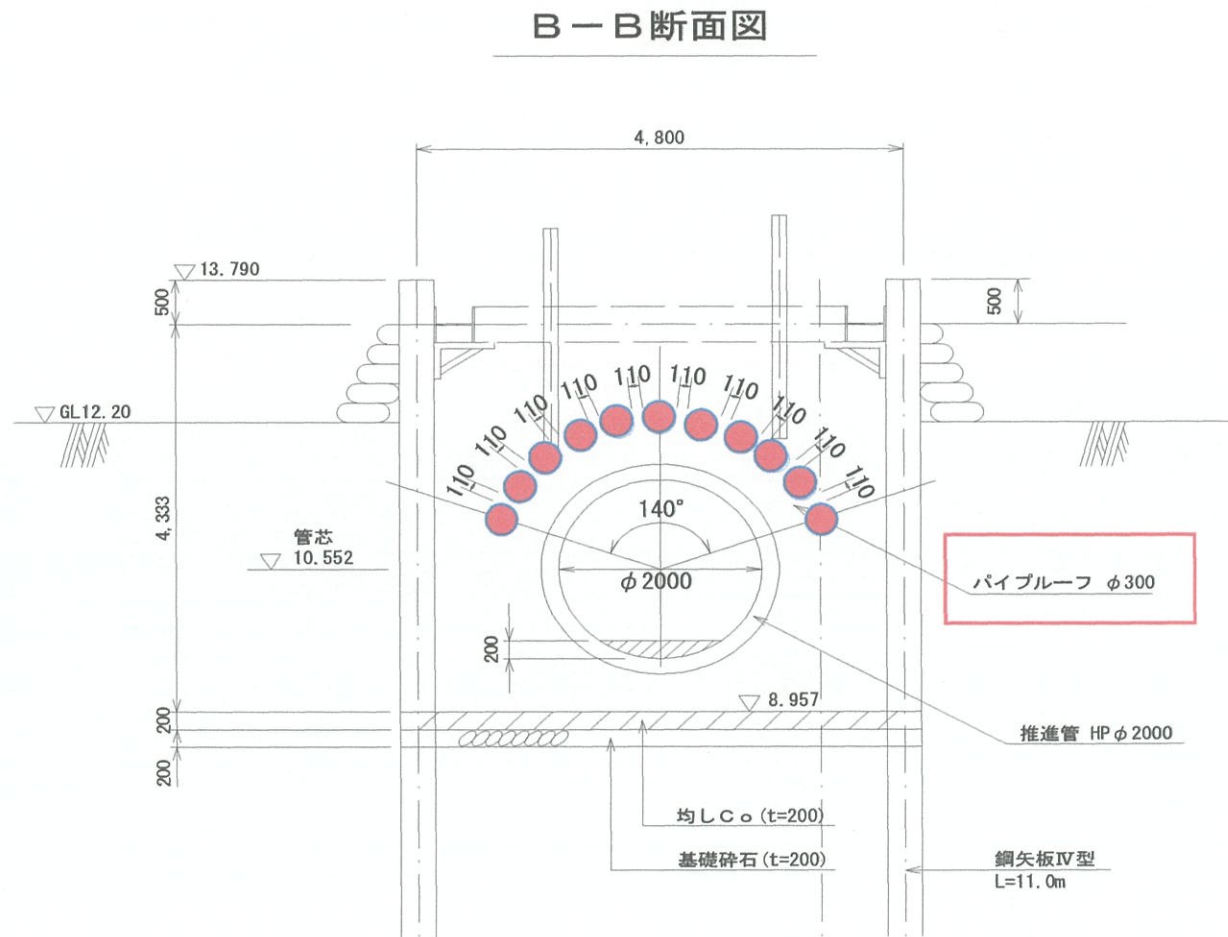


図.8 推進工法の標準断面図

<推進工法における課題と対策②>

※課題・・・小口径管推進工事のオーバーカット部空隙による路面陥没

掘進機外径と鋼管外径の差が24mmあり、オーバーカット空隙による路面陥没のリスク対策が必要とされる。

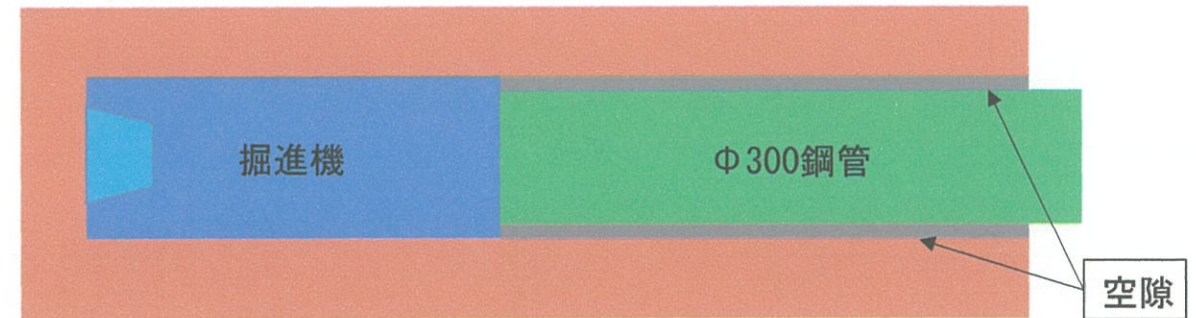


図.9

※対策と結果・・・遅効性滑材を使用し空隙を充填

小口径管推進では裏込め注入は基本的には行わない。しかし、本工事においては空隙による道路の変形が懸念された。そこで遅効性滑材を使用しオーバーカットによる空隙を充填することとした。遅効性滑剤の特徴は、一液型滑剤で推進中は滑剤として効能し、推進完了後は裏込め材として固化するものである。(一軸圧縮強度: 3.14N/mm²)

オーバーカットにより発生する空隙部に遅効性滑剤を充填したことで本工事で懸念されていた空隙による路面陥没を防ぐことができた。



写真-5 先導体推進状況



写真-6 Φ300鋼管推進状況



写真-7 遅効性滑材注入状況



写真-8 パイプルーフ施工完了

【推進工法施工フロー】

前項までの課題をクリアし、発注者と協議し承諾を頂き推進工法で施工することができた。以下が全体の施工フロー写真である。次項に推進工法のフロー写真を示す。

全体施工フローチャート 清水ICパイプカルバート改良工事



パイプルーフ工

①推進設備設置



⑥到達坑口鏡切断



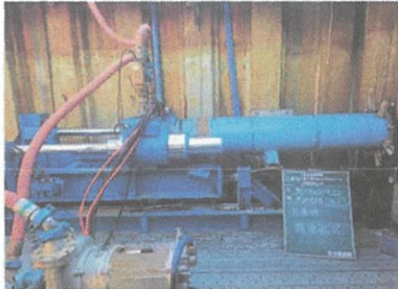
②発進坑口鏡切断



⑦先導体到達



③先導体推進



⑧裏込め材注入



④先導体操作状況



⑨完成

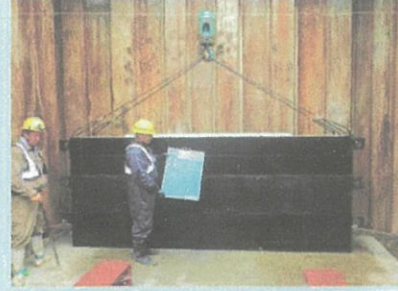


⑤パイプルーフ掘削

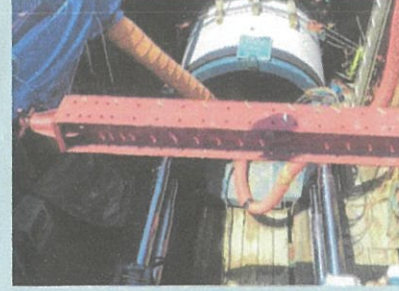


Φ2000推進工

①推進設備設置



⑥推進管推進状況



⑪推進管接続部滑剤塗布状況



⑯掘進機回収



②発進坑口取付状況



⑦元押ジャッキ操作状況



⑫推進管接続



⑰裏込め材注入



③発進坑口鏡切断



⑧掘進機測量状況



⑬到達坑口取付



⑱モルタル目地



④掘進機設置完了



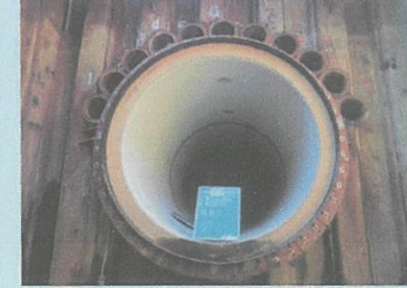
⑨掘進機操作状況



⑭到達坑口鏡切断



⑲完成



⑤推進管吊降し



⑩掘進機内排泥状況



⑮掘進機面板回収



【安全管理における工夫】

航空写真を用いた交通規制図の運用

本線規制作業時における交通規制図について、本工事ではランプ部および清水連絡路の規制作業があった。通常の規制図では標識やラバーコーンの設置位置等が不明確な部分が多くあり、規制作業時に連携ミスによる事故発生の可能性があった。より明確な規制方法の周知ができるよう対策を講じる必要があった。そこで通常の規制図に加え航空写真を使用した規制図を作成し、写真で規制箇所や標識の位置を確認できるようにした。これにより作業打合せ時の規制概要や危険個所の見える化を図ることができ、作業も無事故無災害で完了することができた。

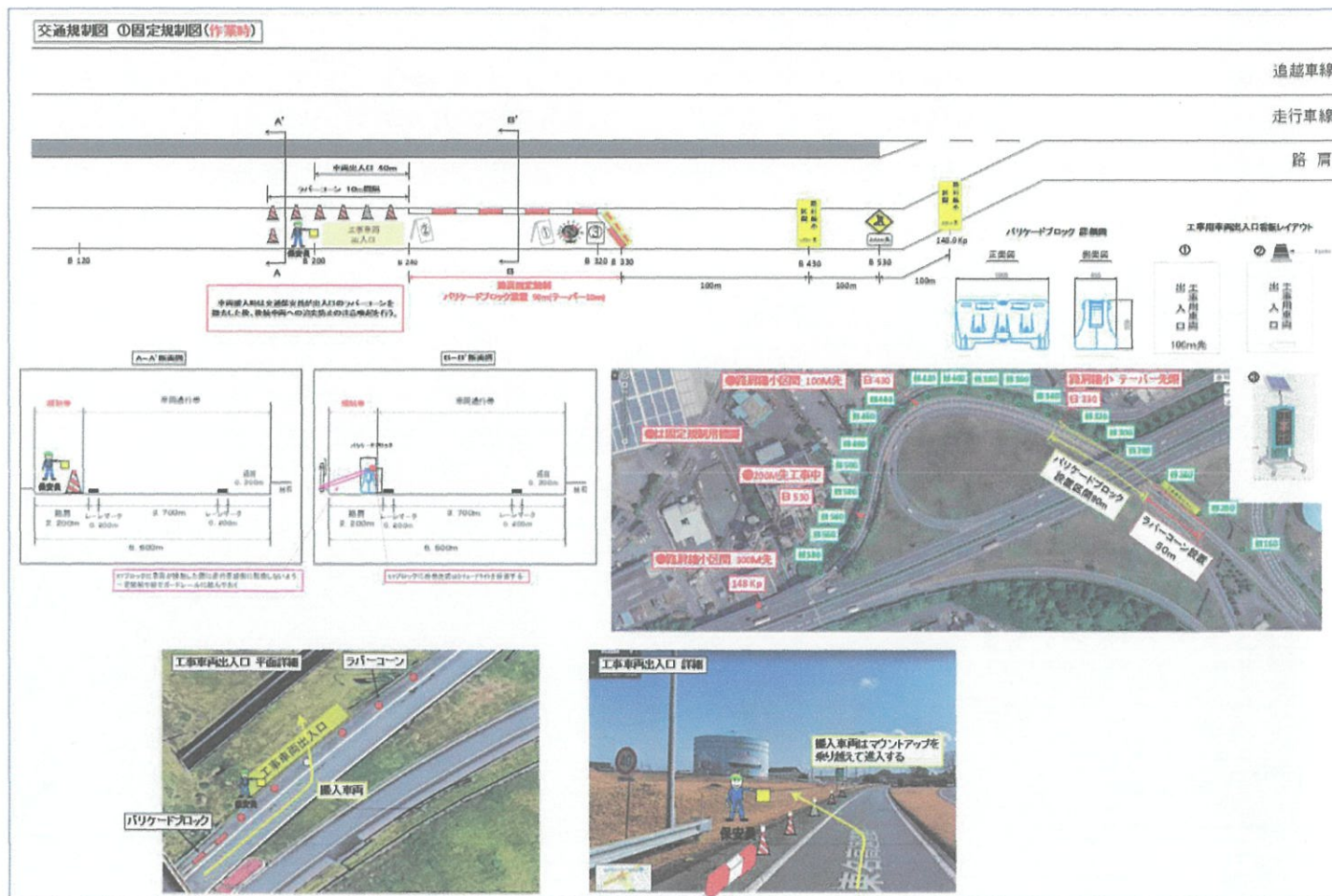


図. 10

【おわりに】

今回の工事では一般交通の安全な通行、事故防止を大前提として考えた中、オープン掘削工法から推進工法に大きく工法変更を提案し、安全を確保した中で施工ができたことについては大変有意義であったと思います。低土被りでの推進工法でパイプルーフの施工等、工法変更に伴う様々な課題もありましたが、ひとつひとつ解決していき完成できたことは今後、技術者としても大きな糧となることができたことをあらためて感じています。最後に無事故無災害で完成できたこと、また協力頂いた協力会社の方々、発注者である中日本高速道路(株) 富士保全の皆様のご理解があつての今回の工事でありました。心より感謝申し上げます。

