

新若戸道路陸上トンネル部底盤改良工の施工

国土交通省九州地方整備局 正会員 吉本靖俊、樋口 晃
 (株)間 組 九州支店 正会員 ○藤田 司、江口正勝

1. はじめに

新若戸道路陸上トンネル部本体築造工事（若松側）は、北九州市にある響灘大水深コンテナターミナルの整備に伴い、将来的に交通量が増大するとの予測から新たに建設される臨港道路のうち、若松側沈埋函接続部に位置する陸上トンネル区間、約120mの2連ボックスカルバートを開削トンネル形式で構築する工事である。

本報告は、この工事のうち開削時の被圧水対策を目的とした底盤改良工について報告するものである。

2. 底盤改良工の目的

対象となる開削地点は床付け部に不透水層（Ac層）があり、その下端の帯水層（Dsg層）に被圧した地下水があることでAc層が盤ぶくれを起こす恐れがある。

このため、当初設計では難透水層（Icg層）まで鋼管矢板を根入れし締め切り、帯水層に浸入する地下水をディープウェルによって揚水する対策工を採用していた。ところが、その後の地質調査で難透水層に高透水ゾーンとなる破碎帯の存在が確認され、ディープウェルのみの対策では、揚水量が多くなり周辺地盤の沈下などの影響が大きくなることが予測された。このため、ディープウェルによる対策に加えて、破碎帯からの地下水の浸入を低減する目的で実施する底盤改良工と、周辺地盤の地下水の低下を防止するリチャージウェルの二つの対策を追加した。（図 - 3）

2. 底盤改良工試験施工

試験施工は第一次と第二次の2回実施し、第一次試験施工は次に示す目的で実施した。

ステージ工法とスリーブ注入工法による改良状況の確認（注入工法の検討）

超微粒子セメントと高炉セメントB種使用時の改良状況の確認（注入材料の検討）

キーワード：グラウチング、ステージ工法、スリーブ注入工法、ディープウェル、リチャージウェル、盤ぶくれ対策

連絡先：〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5

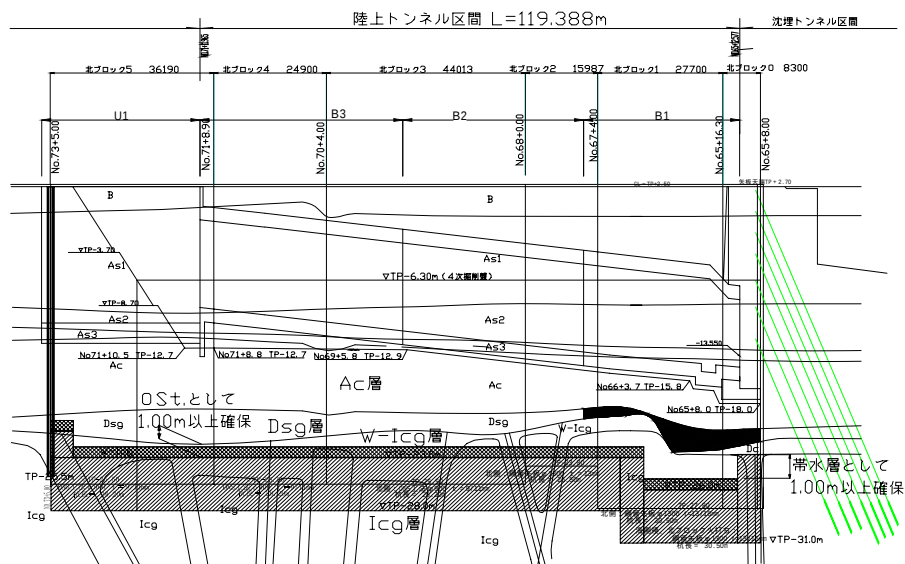


図 - 1 工事概要図（断面図）

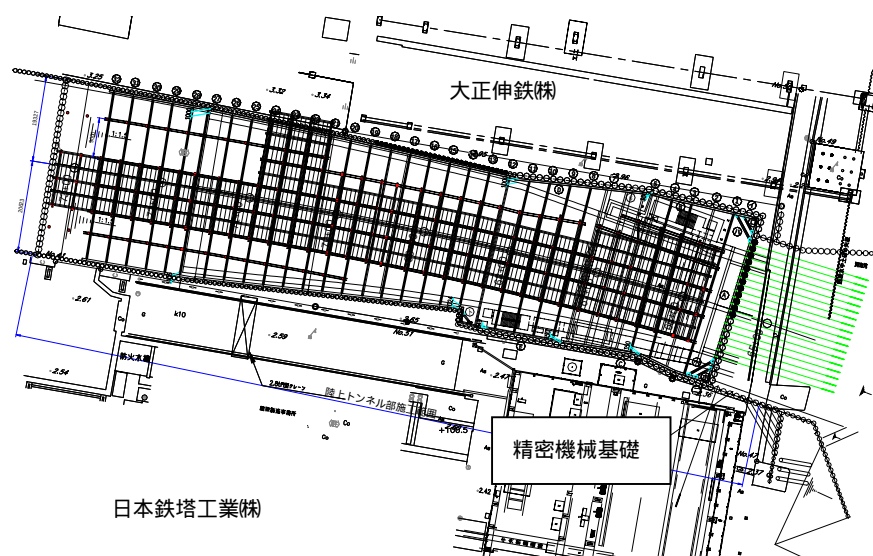


図 - 2 工事概要図（平面図）

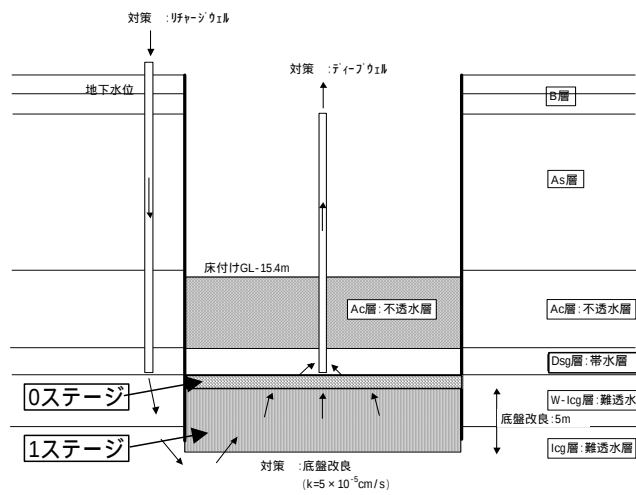


図 - 3 被圧水対策工概念図

第二次試験施工では、第一次の試験結果から、注入材の帯水層（Dsg 層）へのリークが確認されたため、スラッシュグラウチング（0st）の採用を決めた。特に鋼管矢板付近の注入工法は、打ち込みにより地山が乱されており、また、風化の影響を強く受けている箇所があることから、スリーブ注入工法や急硬添加材を用いたゲルタイム調整注入材を採用して帯水層へのリークを抑制した。図 - 4 に注入箇所と注入工法、注入仕様の詳細を表 - 1，2 に示す。

4．注入管理

当該対象地質は中生代前期白亜紀の関門層群のうち下関亜層群が分布し、断層破碎帯を伴う、頁岩、礫岩、風化礫岩といった軟岩が対象となりグラウチングにとって難しい施工となった。特に 0.2 Mpa 程度の低圧で岩盤が破壊する限界圧が確認されたため、孔内静水圧試験装置を採用や透水試験圧力を 0.05 Mpa にするなど、圧力管理に着目した施工管理を行った。

改良度の判定はダムの基礎処理でも用いられているルジオン値を採用し、4 次孔（1.5m 格子）施工時において、改良目標値 5 ルジオンの超過確率 15% 以下を確認し、目標の改良がなされたと判定した。

5．まとめ

今回の底盤改良工では、一般にダムの基礎処理で行われているコンソリデーショングラウチング技術や礫質地盤などの注入に用いられているスリーブ注入工法などの薬液注入技術を組み合わせ、風化の進んだ軟岩部、破碎帯部、鋼管矢板部付近などの部分に対して効果的な注入を実施することができた。今後の類似工事の参考になれば幸いである。

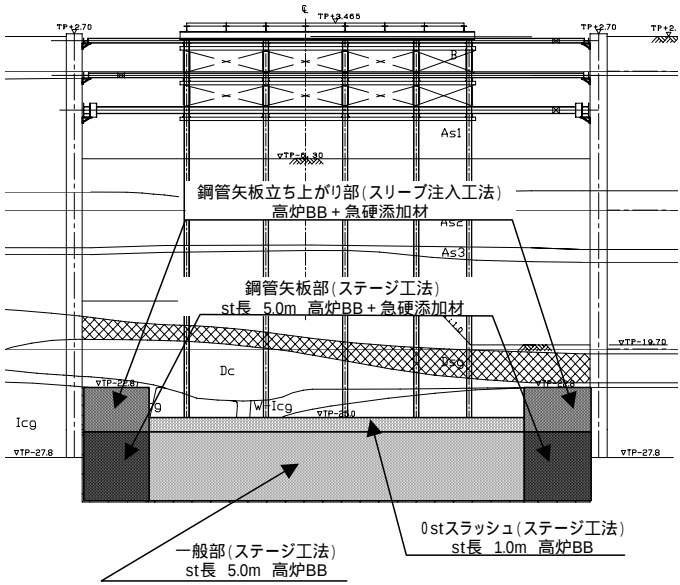


図 - 4 注入箇所と注入工法

表 - 1 0 ステージ注入仕様

	一般部（中央部）	鋼管矢板部（立上り部）
施工方法	ステージ工法（ステージ長 1.0m）	スリーブ注入工法（VP50：バルブ間隔 0.33m）
孔 配置	パターン 3.0m 格子	パターン 1.5m 格子
注入材料	高炉 BB	高炉 BB + 急硬添加材
注入配合	W/C = 0.8 / 1	ゲルタイム調整
配合切替	単一配合	-
注入速度	最大 10 リットル / min	最大 10 リットル / min
規定最大注入量	4,000 リットル	300 リットル / バルブ
規定注入圧力	上限 0.2 Mpa	上限 0.4 Mpa
注入完了基準	1.0 リットル / min / st 30 分間だめ押し	定量 300 リットルまたは昇圧 0.4Mpa
追加基準	昇圧 (0.2Mpa)・だめ押し完了が確認出来ない場合に追加孔、最大 2.1m 格子	基本的に追加なし、ただし、昇圧が確認されず定量 300 リットルの場合、再注入を行う。

表 - 2 1 ステージ注入仕様

	一般部（中央部）	鋼管矢板部
施工方法	ステージ工法（ステージ長 5.0m）	ステージ工法（ステージ長 5.0m）
孔 配置	パターン 3.0m 格子	パターン 2.1m 格子
注入材料	高炉 BB	高炉 BB + 急硬添加材
注入配合	W/C = 8 ~ 0.8 / 1	ゲルタイム調整
配合切替	200 リットル	-
注入速度	堅岩部 (Lu < 20): 最大 20 リットル / min 破碎帯部 (Lu > 20): 最大 10 リットル / min	最大 10 リットル / min
規定最大注入量	6,000 リットル 注入中断規定; 1 秒間注入量が 6,000 リットル / st を越えても規定圧力に達しない場合。 リークが発生して対策を講じても止まらない場合	2000 リットル
規定注入圧力	堅岩部 (Lu < 20): 上限 0.4 Mpa 破碎帯部 (Lu > 20): 0.2 Mpa	上限 0.6 Mpa
注入完了基準	1.0 / min / st 30 分間だめ押し	定量 2000 または昇圧 0.6Mpa
追加基準	最終次数孔のルジオン値で判断し追加孔を行う。(3 次孔追加孔基準を参照)	昇圧出来ない箇所が連続する場合は追加孔を行う。(3 次孔追加孔基準を参照)