

加圧式エントランスシール装置を用いた水中到達工法について

鹿島建設 株式会社 フェロー会員 川端 僚二
 鹿島建設 株式会社 正会員 藤野 敦
 六菱ゴム 株式会社 正会員 ○洲野 敬二

1. はじめに

石岡トンネル（第2工区）新設工事に於いて、チューブ加圧式エントランスシール装置（以下 RIPP 装置）を用いた、シールド機の水中到達工事を行なった。本工事は、地盤改良等の到達防護を併用しない NOMST 工法を採用しており、又、土被り 38m を超える高水圧下での施工となる。施工に当り現状の諸問題を解決し、高い止水性を確認したのでその実績を報告する。



写真-1 シールド到達状況

2. 工事概要

工事名称：石岡トンネル（第2工区）新設工事
 シールド機：外径φ4,040mm・泥水式
 セグメント：外径φ3,900mm w=1,350mm
 仕上り内径：φ3,500mm
 掘削延長：4,982m（立坑間距離5,000m）
 土被り：11.3~38.5m
 到達立坑：圧入式オープンケーソン工法、
 坑口 NOMST 壁

3. RIPP 装置の概要

(1) RIPP 装置の構成

RIPP 装置はエンドレスの止水シールと加圧チューブからなり、本体装置内面に円周分割の取付金具とボルトにより連結、収納されている（図-1）。止水シールはチューブ加圧により作動し、シールド機外

周に密着する。更に外水圧を受ける事によりセルフシール機構が作用する構造である（図-2）。

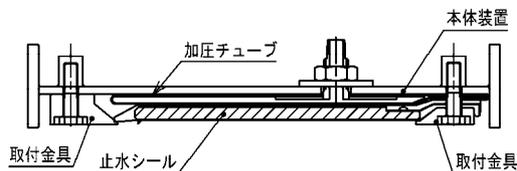


図-1 RIPP 装置構造（収納時）

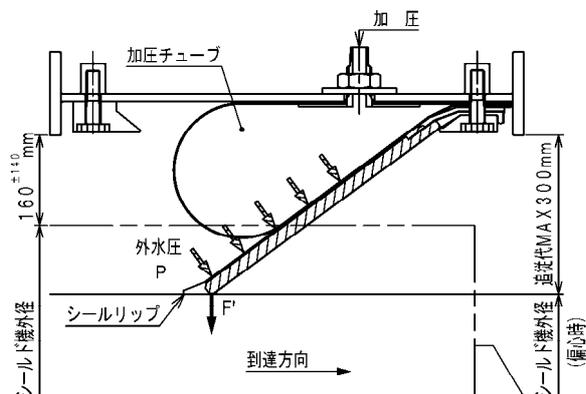


図-2 RIPP 装置構造（作動時）

(2) 止水シール

ゴム内部に短冊状の鋼板を内蔵させ、隙間の大きい高水圧下でも耐圧性を有し、シールが追従出来る構造である。（追従代 MAX300mm）

(3) 加圧式チューブ

繊維で補強された耐圧性のゴムチューブであり、止水シールをシールド外周に密着させる性能を持つ。

4. NOMST 壁水中到達の問題点とその対策

(1) 止水シール押し付け力の向上

止水シールを作動させる加圧体の気密性を向上させる為、従来の補助ゴム膜（図-3）構造から、単

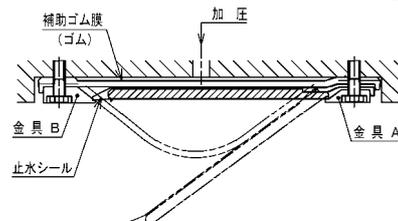


図-3 補助ゴム膜による加圧（従来品）

キーワード 泥水式シールドトンネル， エントランスシール， 水中到達， NOMST 到達

連絡先 〒330-6030 埼玉県さいたま市中央区新都心 11-2 鹿島建設(株) 関東支店 TEL 048-601-5322

〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-1-1

六菱ゴム(株) 東京支社 TEL 03-5251-8545

独密閉型の高強度布入りゴムチューブ（図-1、2）に改良し、微細な異物がシール面に多少介在しても、チューブの押し付け力によりシール面圧を強制的に増加させ、止水性が向上するように改良した。

工場での試験により改良型のシール面圧を確認した（写真-2）。その結果、加圧チューブの内圧0.15MPaに対し、初期シール面圧は0.5MPaを得られる事が確認出来た（図-4）。

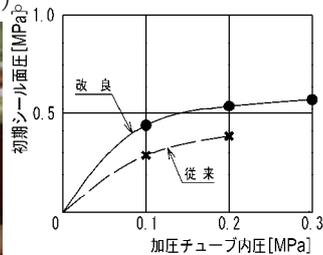


写真-2 作動確認試験状況 図-4 面圧測定結果

(3) 止水性の向上

この RIPP 装置は、リップ形状のセルフシール型止水構造であり、止水部分のリップ先端に異物が介在すれば、止水性に大きく影響を与える。故に、今回の工事ではシールド機到達後、潜水作業により RIPP 装置上の NOMST 壁残材を完全に撤去し、清掃後、止水シールの作動を行なった。

(4) 到達誤差への許容値

水中到達の場合、シールド到達状況を目視確認出来ない為、到達誤差に対する許容値が 100mm 以上確保可能なシールド構造が必要となる（図-2）。

- ・シールドまでの離隔（偏芯無し）：160mm
- ・許容シールド到達誤差（全方位）：±140mm

5. RIPP 装置作動圧力管理（図-5、6 参照）

到達坑口下部からはチューブ加圧用、上部からは圧力開放用の 1 インチ配管を地上まで配置している。

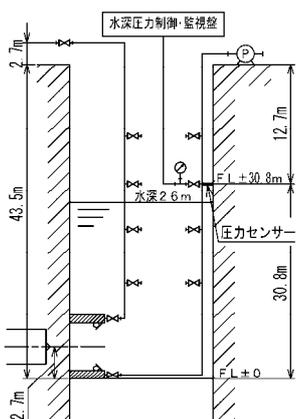


図-5 加圧設備概要

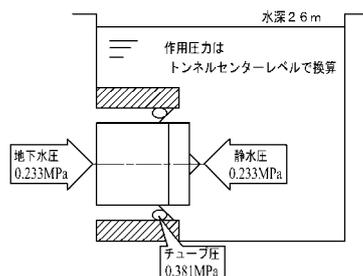


図-6 圧力管理状況

圧力管理は地上に水槽、ポンプを設置し、チューブの圧力変化を、圧力センサーと連動する自動制御装置により、24 時間体制で一定圧力に管理した。圧力管理はトンネル中心位置を基準として管理する。

- ・立坑内水深：26m（自然水圧同等）
- ・立坑内水圧：0.233MPa（トンネル中心）
- ・圧力センサー位置：FL+30.8m
- ・チューブ内圧：①圧力センサー位置=0.1MPa
②トンネル中心位置=0.381MPa
外水圧力との差圧：0.15MPa（≒0.381-0.233）
（差圧 MAX0.3MPa で管理）

6. 施工手順及び施工結果

(1) 事前に RIPP 装置の作動確認を実施。

シールドが問題無く作動する事を確認した後、自然水位同等まで立坑内へ水張りを行ない、シールド機の到達推進を行なった（写真-3）。



写真-3 作動確認状況

- (2) シールド機到達後、ダイバーによる潜水作業で NOMST ガラの撤去、シールド面の清掃を実施。
実測到達誤差：水平方向 65mm・鉛直方向 3mm
- (3) 所定の位置までシールド機の空推進を行ない、RIPP 装置を作動させる。（加圧チューブに注水加圧：外水圧力との差圧 0.15MPa で自動制御）
- (4) シールド機内から裏込注入（Max:0.7MPa）。
- (5) チューブ内圧を管理しながら立坑内の水を排水。
- (6) 排水完了後の確認で、到達坑口からの漏水は一切見られなかった。（写真-1）チューブ内の加圧水を裏込材に置換し、作業完了とした。

7. まとめ

今回の水中到達工法では、加圧チューブの改良と綿密な圧力管理により、高水圧下での優れた止水性を確認する事ができた。今後、大深度高水圧等のより困難な条件下でのシールド到達現場が増えてくると思われるが、本工事が安全、確実、経済的な到達工法として他現場の参考になれば幸いである。