

# テムズ河底横断鉄道トンネルの 連絡横坑工事で採用した補助工法

野本 雅昭\*  
Masaaki Nomoto

杉山 正\*  
Tadashi Sugiyama

阿野 豊\*  
Yutaka Ano

## 1. はじめに

本文は、ドックランドライトレールウエーのマッドシュユート駅から国鉄ルーシャム駅までの鉄道延長工事のうち、テムズ河底横断部における連絡横坑工事で採用した補助工法（圧気工法＋地下水位低下工法）についての報告である。

## 2. 連絡横坑工事

連絡横坑工事は、シールド工法で施工した単線トンネル（セグメント外径 $\phi$ 5,700mm）2本を結ぶ避難通路と排水ポンプ室を手掘り工法で築造するものである。

築造位置の概要図を図-1に示す。H.W.L.を基準にすると、河底までの水深は約10m、ポンプピット最下端までの深さは約28mある。

地質は、上部から粘土を主体とするWRB層、均等係数5以下・N値50以上のサネットサンド層、白亜紀のチョーク層となっていて、連絡横坑はサネットサンド層に築造される。この層は、地下水圧がほぼテムズの水頭に等しく、その供給源がチョーク層であること、また、非常に良く締まっているため、適切な地下水対策により自立性の確保ができる地質であることが判明している。

このため、地下水対策がキーポイントになる。

## 3. 補助工法の検討

地下水対策工として、まず圧気工法単独での施工を検討した。この場合ポンプピット築造時最大約280kN/m<sup>2</sup>の圧気圧が必要となり、トンネルの限界圧気圧210kN/m<sup>2</sup>を超え、安定性に問題を生じることが判明したため以下の3工法を検討した。

- a. 圧気工法＋地下水位低下工法
- b. 凍結工法

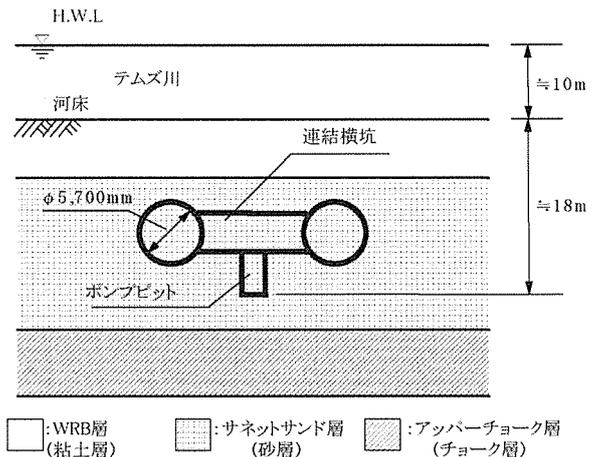


図-1 連絡横坑工事概要図

### c. 薬液注入工法

その結果、安全性、施工性、工期、工費等を総合的に判断して、圧気工法＋地下水位低下工法を採用することにした。

## 4. 地下水位低下工法

サネットサンド層の地下水位低下については、ロンドン市内の過去の施工経験から、下層のチョーク層から揚水することが有効であることが判っている。その理由は、サネットサンド層の透水係数が $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{cm/s}$ と小さく、この層からの直接揚水は効果が発揮しにくいこと、また、チョーク層自体は不透水層であるが、上部チョーク層は節理が発達しているため直接揚水の効果が高く、上層の水理条件を支配していることである。揚水の計画は、水理計算では答えを求めることができないため、過去の施工経験（ジェビリー線地下鉄工事4ヶ所および当延伸工事カテーサーク駅の開削工事）を参考にした。その結果、ディープウェル $\phi$ 250mm×4本で地下水圧を約100kN/m<sup>2</sup>低下させることが期待できるとの結論を得た。

これらの検討をもとに、以下の地下水位低下工法を計画した。

### (1) ディープウェル

ディープウェルの概要図を図-2に示す。ウェルは河川内でSEPを用いて施工するが、設置後は河川内に台船を浮かべて、そこで管理を行う（写真-1）。

ディープウェルは、ポンプの故障、船舶による破損等を考慮して、8本設置することにした。そして、ウェル4本につき電源1系統として停電等のリスク回避するとともに、予備の発電機も設備した。また、各ウェルにセットするポンプは、周辺の節理の状況により揚水量が異なるため、揚水テストを行い設備能力を決めた。

\*ロンドン（営）グリニッジ（出）

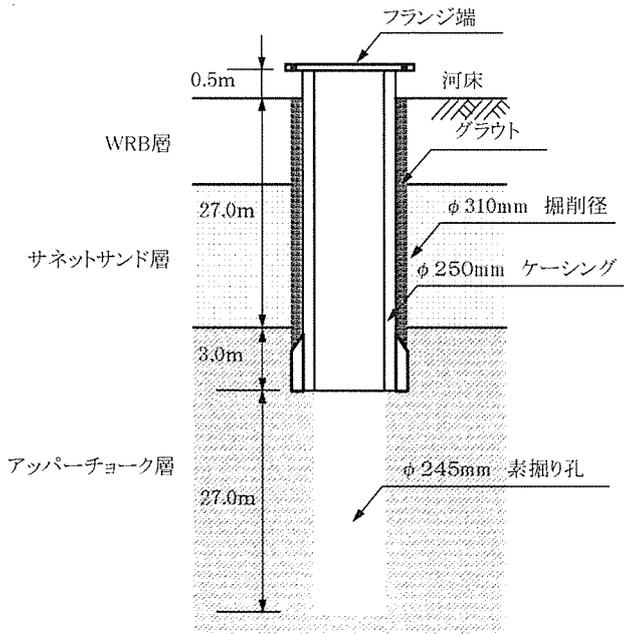


図-2 ディープウェル概要図

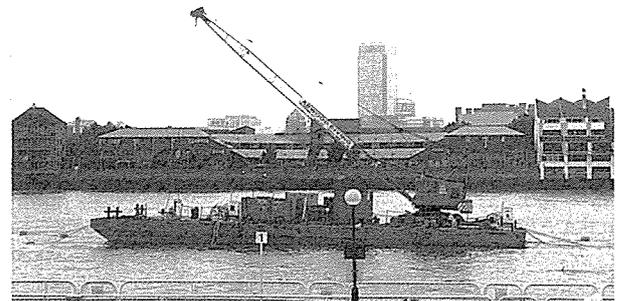


写真-1 テムズ川ディープウェルの管理

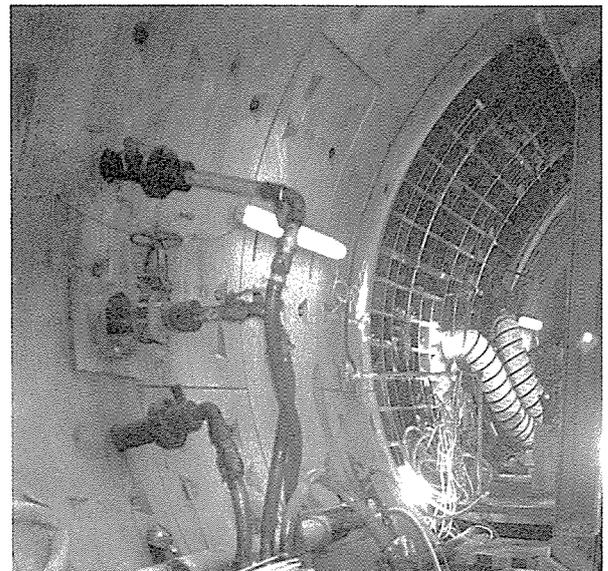


写真-2 トンネル坑内ウェルポイント

## (2) トンネル坑内ウェルポイント

連絡横坑の坑口（北行線）周辺に7本のウェルポイントを設け、初期の地下水位低下効果の効率化、ディープウェルの故障時等の補助としての機能を持たせた。ディープウェルを稼働しない場合に、このウェルポイントで地下水圧 $100\text{kN/m}^2$ 程度の低下を期待できる。圧気時には、排水管を隔壁を通して大気側に出し、差圧により排水させることができる（写真-2）。

## 5. 施工管理

施工管理は、補助工法の管理をはじめ、トンネル内に水圧計を複数設置し、情報化施工を行った。

- 圧気圧…圧気圧は、連絡横坑施工時の最下部に地下水位を合わせることにし、坑内からの連絡により圧気係が圧の調整を行う。
- コンプレッサーの稼働状況…噴発の危険性を予測するため、コンプレッサーの稼働状況からエア供給量の経時変化を監視する。
- トンネル周辺の地下水位…トンネル両線で施工位置周辺の地下水圧分布を常時観測し、補助工法の効果および圧気圧との関係を監視する。
- ディープウェル…稼働状況、ウェル水位、揚水量を台船上で常時監視して中央管理室に情報を送る。
- 連絡横坑周辺のトンネルの変形…施工時の偏圧による影響を監視するためにトンネル変形計測を行う。

## 6. 施工結果

ポンプピット築造時の最大圧気圧は、 $120\text{kN/m}^2$ であった。この時点でトンネル坑内ウェルポイントの影響は少ないので、ディープウェルの地下水位低下効果は $160\text{kN/m}^2$ 程度得られたことになる（ $280 - 120 = 160\text{kN/m}^2$ ）。

## 7. おわりに

補助工法の効果が十分発揮できたことにより、河川下の工事を安全に、かつ工程どおり終了することができた。

## 参考文献

- L.F.Linney & A.D.Withers : Dewatering the Thanet Beds in SE London ,1998 The Geological Society Quarterly Journal of Engineering Geology 31 , pp.115-122 , 1998