

表-2 地質概要

標高(m)	土質名	記 事
35.0 (古墳) 24.0	ローム	粒度組成：砂分13~28%、シルト分39~49% 粘土分33~38% 一軸圧縮強度： $q_u = 1.26 \sim 1.52 \text{ kgf/cm}^2$
14.0~7.0	ローム	N値：5~15 一軸圧縮強度： $q_u = 1.1 \sim 1.40 \text{ kgf/cm}^2$
9.0~5.0	粘土混り 砂 礫	N値：10~50 2~40mmの角礫を多量に含む。
	泥岩層	N値： ≥ 50 上層部は風化がすすむ。

工法によりH-428×407×20×35を建込むものとした(削孔径 ϕ 800)。

なお、ルーフパイプは地上約5mの高さに推進されるため、古墳前面に発進架台を構築した(発進架台設計水平力100tf)。

3. 施 工

鋼管杭の建込みは、中掘圧入工法によったが最終1Dはモンケンによる打撃貫入を行った。鋼管杭は、地上に突出するため、構造物の美観を損わないよう特にその建込精度には注意を払い、2台のトランシットを用いて建込み管理を行った。

場所打ち杭の施工は、礫層を削孔するためトロコイドビットを使用し、TBH工法により、安定液を用いた逆循環方式で削孔した。建込むH鋼は、小分割(1ピース $l = 2.5 \text{ m}$)し、順次高力ボルト接合しながら吊降した。コンクリート($\sigma_{ck} = 160 \text{ kgf/cm}^2$)は、トレミー管を用いてスクリュクリートにより打設した。

当該地点では、発進架台面積を十分広く確保出来ないために、ルーフパイプは、2~3本継ぎ(1ピース $l = 3.0 \sim 9.825 \text{ m}$)で推進した。推進機は、KA-MO KE 1200(推力100tf)を使用した。

継手は、スクリュオーガの回転に支障のないように裏あて金なしV形溶接とし、管の上下2箇所のレントゲン検査(3級以上)により品質管理を行った。

パイプ推進にあたっては、推進中、後のレベル管理を行い、適宜方向修正を行った結果、精度は1/200以内におさめることができた。

4. まとめ

当該ルーフパイプ工の施工を終って次の事が分った。

- ① パイプ剛性が大きいと、地山に単独で押込まれたパイプは、ほぼ直進する。
- ② パイプの方向修正は、推進機による制御よりも、隣接パイプとのガイドのクリアランスを利用した制御プレートにより、強制的に修正を行った方が効果

は高い。

- ③ 溶接部のレントゲン検査は、オーガの一部改良により、オーガを引抜かずに行える。

以上紙面の都合で、説明不足となったが、また、機会を改めて詳しく報告したい。

抄 録 放水路トンネルのNATM 工法による施工

辰己正太郎* 辻 栄次**

トンネル中央部付近に破碎帯が予想されたので、工期の遅延、全巻コンクリートの施工、作業上の安全性等を考慮して、施工途中であったがNATMを採用した。その結果、工期が2ヶ月短縮されたほか、民家に接近した箇所(切羽より30~100m)の発破による振動、騒音の軽減、掘削断面の縮小が自由に行えた。

1. 工事概要

工事名：関西電力相生火力発電所新設工事の内放水路
工事

延長：1,250 m

内径：6.0 m, 標準馬蹄形

内圧：1.0 kgf/cm²

放水口側横坑から放水口側に向かって在来工法で掘進し、プラグ部として30mを残すまでの45m間で、NATM実証試験施工を行った。試験施工では、コンクリート吹付配合、厚さ、ロックボルトの効果、計測、サイクルタイムの測定及び亀裂度の多い硬岩における各種掘削パターンの設定を2ヶ月間かかって行った。

掘削がトンネル中央部付近の民家に接近した鞍部に到達した地点より、全断面から7分断面(32m²)に縮小し、NATM施工に切り替えて掘進し、下半部(16m²)は上半の貫通後に掘削した。

2. NATMの施工

(1) 掘削パターン

NATM施工に先立ち実施した実証試験で4断面の標準パターンを設定し、実際の施工に当たっては地山

*関西(支)関電相生(出)副所長

**関西(支)関電相生(出)所長

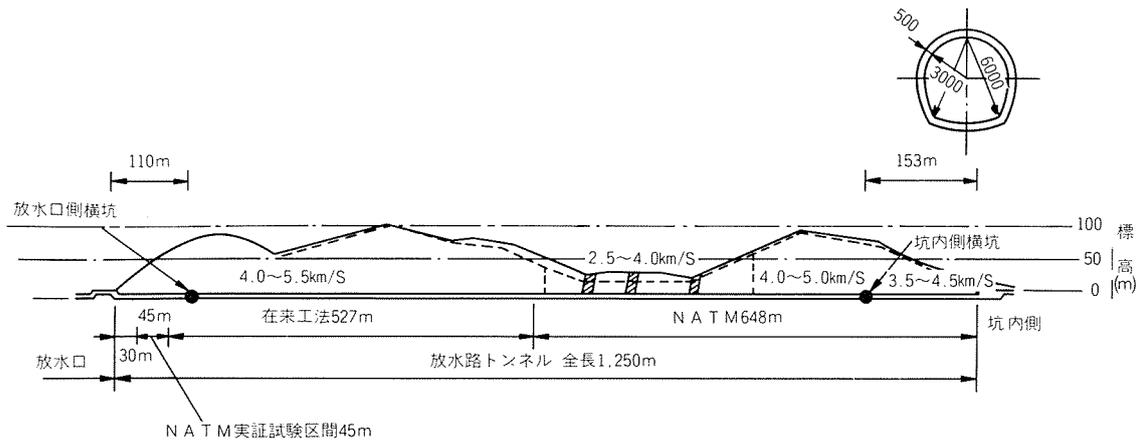


図-1 放水路トンネル縦断面図

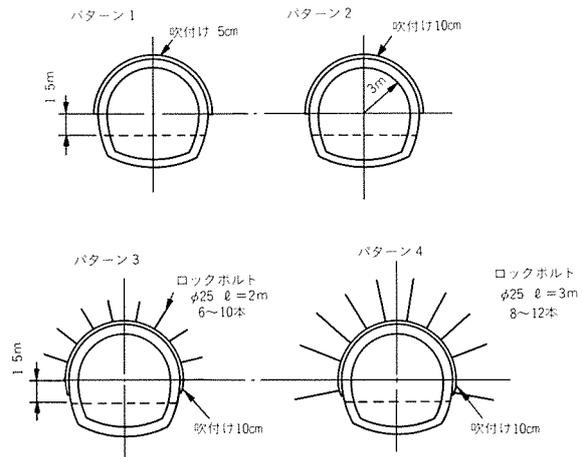
地質状況により、吹付コンクリートの範囲、ロックボルト打設本数の増減をしながら切羽の安定を保ち施工した。図-2標準掘削パターン図参照。

(2) 削孔、発破

削孔本数は切羽状況によって異なるが、1m²当り2.1~2.3孔であった。発破方法はスームブラスチング工法を採用し、爆薬は安全面も考慮して含水爆薬を使用した。効果は岩盤節理面が多いと大きくないが、全体的に見てほぼ平滑な掘削面が得られた。火薬量は1m²当り0.7~1.1kgであった。なお、1発破当りの掘進長は、エア式削岩機の場合、サイクルタイム及び掘削面仕上り状況から1.8mが限度であった。

(3) ロックボルト

ロックボルトは全面接着型とし、先端に4倍発泡、続いて2倍発泡の樹脂系を使用した。打設は一層吹



吹付厚	5cm	10cm (5cm×2層)	10cm (5cm×2層)	10cm (5cm×2層)
ロックボルト	—	—	φ25.2m, 6~10本	φ25.3m 8~12本
1発破当り平均掘進速度	1.7~1.5m/回	1.6~1.5m/回	1.5~1.2m/回	1.2~0.9m/回
地質等級 (電研)	B~C _u	C _u ~C _m	C _m ~C _l	C _l ~D

図-2 標準掘削パターン



写真-1 NATM実施状況

付コンクリート後、エアオーガにより実施した。

(4) サイクルタイム

掘削パターン別実績サイクルタイムは表-1に示すとおりである。

表-1 サイクルタイム実績表
ℓ = 450m 断面積32m²

	パターン1 吹付厚5cm	パターン2 吹付厚10cm	パターン3 吹付厚10cm ロックボルトℓ=2m	パターン4 吹付厚10cm ロックボルトℓ=3m
削孔準備	30 (分)	30 (分)	30 (分)	30 (分)
削孔	100	80	70	60
装薬・発破	60	60	50	50
換気	10	10	10	10
こそく	20	20	20	20
吹付準備	20	20	20	20
吹付	30	30	30	30
ロックボルト準備	—	—	10	10
ロックボルト	—	—	40	70
2次吹付	—	30	30	30
備出し	100	80	60	60
休憩他	30	30	30	40
計	400	390	400	430
24h当りサイクル数	3.6回/日	3.7回/日	3.6回/日	3.3回/日
一発破平均進行表	1.61m/回	1.55m/回	1.55m/回	1.42m/回
実働日進	5.8m	5.7m	5.6m	4.7m

(5) 計測工

計測は50m間隔で3点式内空変位測定、150m間隔で地中変位測定(深度4m)を行った。内空変位は計器設置直後の発破で1~3mm生じ、その後の発破では2mm程度しか見られなかった。地中変位も同様に計器設置直後の発破で生じたゆるみ領域が、岩盤の深さ1m以内で1mm程度であった。

3. まとめ

- (1) NATM施工の場合、在来工法では考えられない程、切羽が安定しているため、肌落ちによる災害が皆無に等しかった。ただし、吹付時の粉塵が現在のエアによる換気だけでは十分に排除できず、今後留意すべき問題である。
- (2) 掘削進行については、支保工建込と吹付コンクリート時間がほぼ同じであるため、支保工間隔に限定されることなく掘進長が得られるので有利であった。
- (3) ロックボルト接着法は亀裂度の多い地質には、モルタルよりも発泡樹脂系の方が早期に定着効果が得られ、取り扱いが便利のため作業能率がよかった。

■抄 録

泥水シールドによる初期掘進時の急カーブの施工について

阿野 豊* 伊藤 仁行**

1. 工事概要

工事名：山口市公共下水道事業補助第5工区污水管施設工事

企業先：山口市

工期：自 昭和54年10月1日

至 昭和56年3月31日

延長：475m

シールド外径：φ2,280mm

土質、土被り：砂礫、6.8m

2. 施工上の問題点

- (1) 発進直後より曲率半径60rの曲線がある。
- (2) 礫層で、φ300~400mmの玉石が点在し、多量の地

下水を含む。

- (3) 河川部の土被りが1.0m位である。
- (4) 交通量の非常に多い県道及び国道交差点下を通過する。
- (5) 地表付近埋設物として、ガス、電々ケーブル等がある。

今回は、曲率半径 $r=60m$ (以下60rと略す)の急カーブ箇所の施工について、シールド機の改良等を中心に述べる。

3. 急カーブの施工に伴うシールド機の改良

- (1) シールド機長の短縮

当初設計のシールド機長径比 $L/D=1.9$ を、ブラシ状テールシールの使用及び750mm幅のセグメントの使用により $L/D=1.7$ に短縮した。

- (2) オーバカッタの改良

60r施工のため、オーバカッタを最大伸長150mmまで使用できるようにした。また、礫層なので耐摩耗性母材にインサート型チップを取り付け、形状は丸型とした。実際の施工において、150mmではカッタフェースの回転は不可能であり、最大使用長さは80mmであった。

- (3) ジャッキ配置

シールド機掘進用ジャッキは全部で10本とし、左右1本ずつに80tfジャッキを配置し他を60tfジャッキとした。総推力は640tfとした。

- (4) スタビライザ

カーブ施工時の片押しによるシールド機のローリング防止のため、スタビライザを機外に出せるように計画したが、使用までには至らなかった。

- (5) 抵抗板

カーブ途中より抵抗板を使用して、非常に大きな効果を得た。形状は、240mm×300mm(機外200mm)×32mmで、板厚の決定はスキンプレート厚以下として32mmに決定した。抵抗板の取り付け・取りはずしは、坑内より止水薬注を行って実施した。

- (6) 側面ソリ

60r施工のため図-1に示すように、脱落式半固定ソリを設置した。形状は幅1.2m×長さ1.0m、最大厚さ50mm、2分割とした。施工では、発進坑口付近における注入率42%の全断面薬注区間においては、非常に大きな効果を発揮したが、注入率32%の半断面薬注区間においては効果は期待できなかった。

*中国(支)山口(出)

**中国(支)山口(出)