

開削トンネルの河川横過部におけるパイプルーフ工法の施工概要

阪神高速道路公団 正会員 水谷 治弘

阪神高速道路公団 正会員 中谷 忠和

阪神高速道路公団 内海 敏

1. はじめに 都市及び、その周辺における地下施設・構造物等で、土被りが浅く比較的断面の大きいトンネルの施工、あるいは不均質・不安定な地山のトンネル施工において、ゆるみの拡大・掘削面の崩壊防止、地盤の沈下の抑制、近接構造物の防護をはかる補助工法の1つとして、パイプルーフ工法がある。本稿は、阪神高速道路大阪池田線（延伸部）7.4 Kmのうち、航空法により大阪空港の高度制限を受けることからトンネル構造としている伊丹トンネルを、箕面川の下に構築すべく採用しているパイプルーフ工法について概説するものである。

2. 工法の選定 箕面川下の施工法の選定にあたっては、河川管理上の制約と用地上の問題から河川切り回しあるいは半川締切りが不可能であることから、当該

箇所において施工が可能と考えられる工法として、鉄樋工法、ESA工法、大口径パイプルーフ工法について検討を行った。このうち鉄樋工法については、当該箇所が高さ制限の最も厳しい条件下にあることから鉄樋敷設までの全工程が夜間施工となること、及び大深度掘削区間でありかつ箕面川の計画高水量が $315 \text{ m}^3/\text{sec}$ と大きいことから安全性の面で問題が残る、またESA工法については本トンネルの断面規模及び曲線半径（ $R=250 \text{ m}$ ）での施工実績がないことから、立坑部を除き昼間施工が可能でありかつ大断面のアンダーパス工法としての実績がある大口径パイプルーフ工法を採用した。

3. パイプルーフ工概要 パイプルーフ工の概要を図-2に示す。当工事においては、水平部で $\phi 914.4 \times 12$ の鋼管を33本、鉛直部で $\phi 812.8 \times 12$ の鋼管を26本（ 13×2 ）使用した、大口径、大断面のパイプルーフで箕面川の下を横断する。鋼管の延長は水平部で60m、鉛直部で54mと長尺の施工となる。

4. 薬液注入工 パイプルーフの施工に先立ち、パイプルーフ施工時の刃口及び周辺からの湧水・パイプルーフ施工後の継手部からの湧水・坑内掘削時のパイプルーフ支承地盤の劣化・パイプルーフ上部の土留アンカーの耐力劣化に対する防止策

としてパイプルーフの周辺に薬液注入を二重管ダブルパッカー工法により施工する。注入材としては砂礫層への粗詰注入（1次注入）にはCBを、疑似注入（2次注入）には水ガラス系の非アルカリシリカライザー

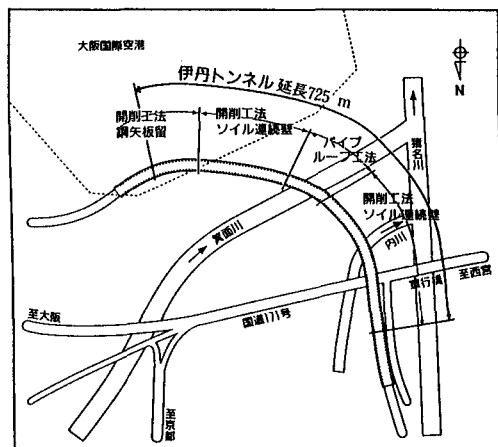


図-1 施工位置平面図

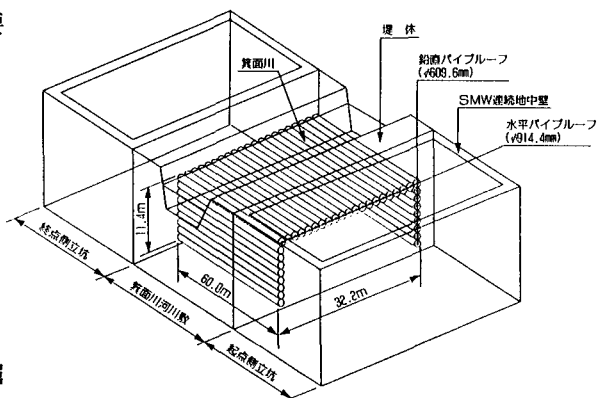


図-2 パイプルーフ工概要図

を用いる。

5. 推進工 推進機の選定にあたり、次式により所要推力Pを算定した。

$$P = S \cdot Q_r + \mu \cdot P_m \cdot F \cdot L \cdot \alpha$$

S : 鋼管周長 (m)

Q_r : 鋼管先端の単位長さあたりの抵抗力 (t/m)

μ : 土と管の摩擦抵抗係数

P_m : 管周平均摩擦 (t/m²)

F : 管の単位長さ当たり外周面積 (m²)

L : 推進長 (m)

α : 低減率

—— 推計値
○—○— 実測値

水平パイプーフ推進時の推力の実測値を図-3に示す。また、図-4は、トルクの実測値を示したものである。トルクについては、トルクリミットが作動し、推進がストップするといった事態がたびたび発生した。これは、水平パイプーフ施工位置に存在するTg層（長方向で400 mmを越えるような隙が含まれる）による影響と考えられる。なお推力については、推進速度を押さえて施工することにより、所定の推進機で十分対応可能であった。

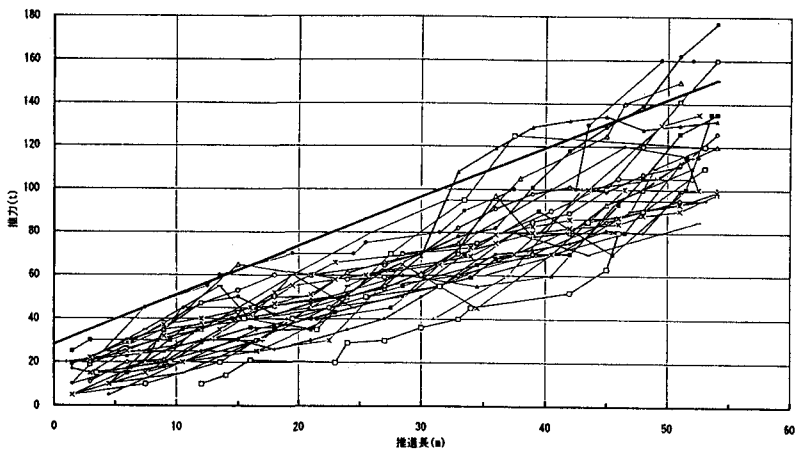


図-3 推力の推計値及び実測値

6. おわりに パイプーフ工法は、従来工法のみでは施工が困難な場合に威力を発揮する補助工法であるため、その施工は確実にされなければならない。当工事においては、Tg層の存在のためその施工は極めて困難を強いられたが、推進がストップした場合にもかろうじて人力掘削で対応が可能であった。パイプーフ工の計画にあたっては、応力・変位面の検討は勿論、土層に対応した管径の選定も必要となろう。

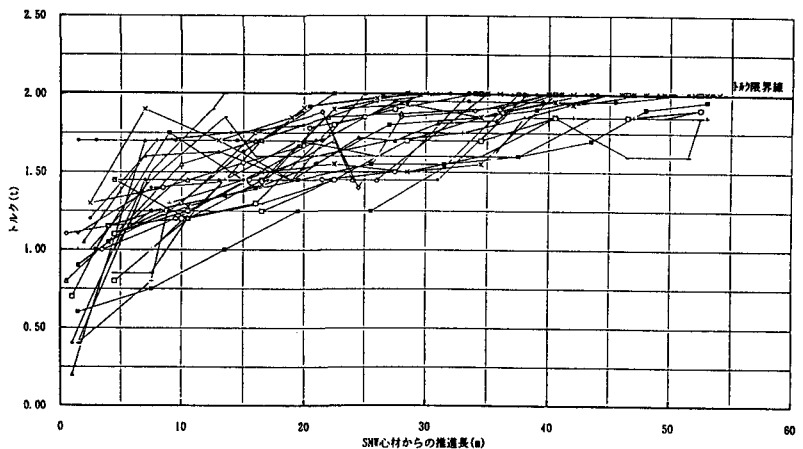


図-4 トルクの実測値

、応力・変位面の検討は勿論、土層に対応した管径の選定も必要となろう。