

VI-36

高水圧対応推進管の止水ゴム輪における止水設計手法（その2）

ー止水設計式の提案ー

東京電力 地中送電建設所 正会員 江村 和明

東京電力 電力技術研究所 正会員 広中 了

1. はじめに

推進管の継手部の止水は止水ゴム輪にて行われているが、現状では止水設計手法が明確ではなかった。本研究は現場調査、各種要素試験を実施して止水ゴム輪の漏水圧の推定を試みるとともに、縮小モデルにてその妥当性を確認した。その結果より現場での推進管挙動を考慮した止水設計式を提案できたため、以下に報告する。

2. 止水設計式の設定

2. 1 設計式の設定

推進管の止水ゴム輪は形状こそ違うが、材料物性、溝の存在等セグメントシール材と大きな違いがないことから、シール材の止水設計式¹⁾の適用はほぼ可能と判断し、以下の式を立案した。

$$P_w \leq \sigma_1 = \sigma_0 \times \gamma_1 \times \gamma_2 \times \rho \times \mu \quad (\text{式-2.1})$$

ここに P_w : 設計水圧 σ_1 : 止水ゴム輪のひだ面側の接面応力 σ_0 : 止水ゴム輪の貼付面側の目開き量を考慮した初期接面応力 γ_1 : 止水ゴム輪の寸法、硬さのばらつきを考慮した材料係数 γ_2 : 止水ゴム輪のひだ面側と貼付面側の接面応力の違いを考慮した応力比 ρ : 経過時間を考慮した止水ゴム輪の接面応力の緩和率 μ : 自封作用による接面応力の増加率

2. 2 各項目の設定

本報告では、A推進管の設定内容を基本として報告するが、B推進管もほぼ同様な結果が得られている。

(1) 貼付面側の初期接面応力： σ_0

貼付面側初期接面応力 σ_0 は、応力緩和試験並びに自封作用試験結果から図-2.1に示すようにクリアランス変化量と高い相関で近似が可能であることが判明したため、この一次回帰直線から設定した。

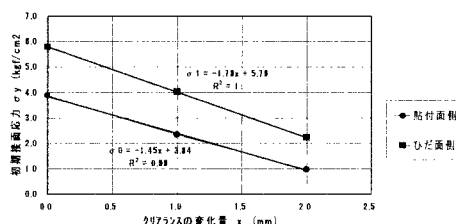


図-2.1 クリアランスの変化量と初期接面応力 (A推進管)

(2) 材料係数： γ_1

材料係数 γ_1 は、ゴム輪圧縮試験、図-2.2中の接面応力1~4のばらつきを考慮して材料強度の特性値として算出した。

(3) 応力比： γ_2

応力比 γ_2 は、図-2.2に示す自封作用確認試験結果から求めた応力比の平均値と応力緩和試験から求めた応力比の最小値を比較した結果、大きな差異はキーワード：推進管、止水、ゴム、設計式

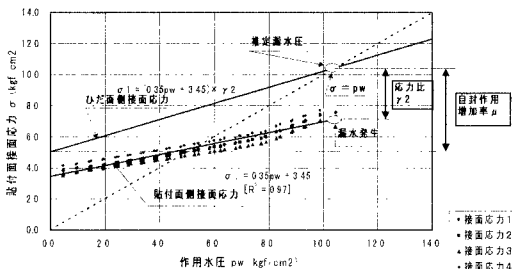


図-2.2 自封作用確認試験 クリアランス変化量0mm (A推進管)

連絡先：〒108-0023 東京都港区芝浦4-19-1 TEL:03-4434-4514 FAX:03-3798-8584

ないことから、データの信頼性を考慮して自封作用確認試験から求めた応力比の平均値とした。

(4) 接面応力緩和率： ρ

接面応力緩和率 ρ は、経過時間を対数とした片対数一次回帰直線により非常に高い相関で近似が可能であった²⁾ため、この一次回帰直線から設定した。

(5) 自封作用増加率： μ

自封作用増加率 μ は、図-2.2に示す自封作用確認試験結果から求めた増加率とクリアランス変化量が図-2.3に示すように高い相関で近似が可能であることが判明したため、この一次回帰直線から設定した。

以上の各項目の設定結果を表-2.1に示す。

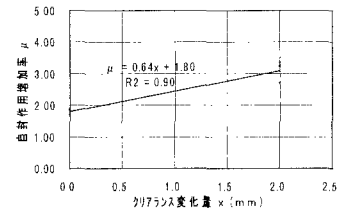


図-2.3 クリアランス変化量と自封作用増加率(A推進管)

表-2.1 各項目の設定結果

項目	A推進管	B推進管
初期接面応力(貼付面側)： σ_0	$-1.45x + 3.84$	$-1.19x + 3.38$
x ：クリアランス変化量(mm)		x ：クリアランス変化量(mm)
材料係数： γ_1	0.86	0.94
ひだ面側と貼付面側の接面応力の比： γ_2	1.37	1.00
時間経過による応力緩和率： ρ	$-0.055 \log 10 t + 0.91$	$-0.046 \log 10 t + 0.87$
自封作用増加率： μ	$-0.64x + 1.80$	$-1.19x + 3.38$
x ：クリアランス変化量(mm)		x ：クリアランス変化量(mm)

3. 止水設計式の検証

設定した設計式に基づいて算出した漏水圧と自封作用確認試験(1/5程度のモデル)時の実漏水圧との比較を図-3.1に示す。この結果から今回実験した範囲(応力緩和96時間、クリアランス変化量2mm)においてはほぼ漏水圧が推定可能であること、推定式がやや安全側であることが確認できた。

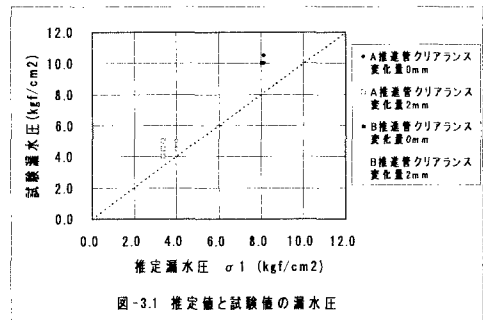


図-3.1 推定値と試験値の漏水圧

4. 高水圧対応推進管の耐水圧

以上のことから2種類の高水圧対応推進管の1年後の耐水圧は、式-2.1を用い算出した結果、図-4.1に示すとおりとなった。

なお、クリアランス変化量の設定が設計時に必要となるが、現場にて推進管継ぎ手部の目違い量を測定した結果、ばらつきを考慮して最大で2mm程度と考えられる。

5. おわりに

本止水設計式の提案により、高水圧下での推進工法の適用範囲が拡大され、都市部でのトンネル工法の建設費削減の一助となることができた。

今後は、本設計式で重要となるクリアランス変化量について、現場で経時変化計測を実施し、直線部・曲線部、掘進時・停止時等の挙動を確認する予定である。

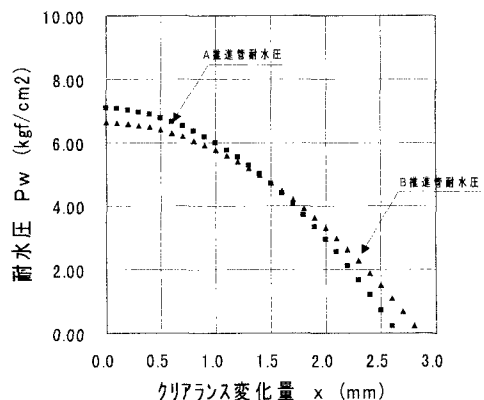


図-4.1 推進管継手部の耐水圧(1年間)

1) (社)日本トンネル技術協会：セグメントシール材による止水設計手引き，1997.1

2) 広中・江村：高水圧対応推進管の止水用ゴム輪における止水設計手法（その1），土木学会第52回年次講演会講演概要集（掲載予定），1998.10