

高水圧対応シール材を考慮したセグメント試験

(セグメント継手締結試験、リング継手締結試験)

横浜市下水道局

米山 利行

フジタ・東急・馬淵・松尾建設共同企業体

正会員 森 俊之

○ (株)フジタ

正会員 藤本 直昭

(株)フジタ

正会員 笹谷 輝勝

都築コンクリート工業(株)

正会員 船木 暁啓

1. はじめに 最近のシールド工事では、二次覆工省略施工の増加に伴い、より確実な止水を目的とした高性能の止水シール材が開発され使用されている。一方、高性能な止水シール材の反発力は一般に大きく、特に、高水圧が作用するシールドトンネルでは、シール材の反発力によるセグメントの組立性低下やセグメント損傷を防止するための施工面の対策が重要である。本稿では、0.88MPaの高水圧が作用する大深度での二次覆工省略施工に当たり、①シール材の反発力が組立性・品質に与える影響の把握、②セグメント組立時の対応策の検討を目的とした組立試験結果について報告する。

2. 試験概要

表-1に、本工事のセグメントおよびシール材の諸元を示す。シール材と緩衝材を貼付した実物セグメントを供試体として用い、次の試験を実施した。

①セグメント継手締結試験(図-1):セグメント継手ボルトの締付け力によるシール材と緩衝材の潰れを計測し、セグメント組立性への影響を確認する。セグメントはA型を用いる。

②リング継手締結試験(図-2):リング間継手に使用する楔式ピン継手は、推進ジャッキの押付け力で組み立てる。組立時のジャッキ推力(100kN)載荷時のシール材と緩衝材の潰れを計測し、セグメント組立性への影響を確認する。セグメントはA型とK型を用いる。

表-1 セグメント等の諸元

項目	諸元
セグメント	形式 コンクリート平板型
	形状 外径=3.15m, 幅=1.00m, 厚さ=0.20m
セグメント継手	形式 片側インサート式短ボルト
	径・規格 ボルト径=M22, 規格=F8.8, 2本
リング継手	形式 楔式ピン継手
	径・規格 ボルト径=M22, 規格=F8.8, 16本/リング
シール溝	形状 底面幅=35mm, 上面幅=43mm, 深さ=4mm
シール材	形状・規格 下幅=28mm, 上幅=18mm, 高さ=6.5mm
	硬さ JIS硬度=A45~50
	組立時反発力 圧縮率=38.5%, 反発力=70kN/m

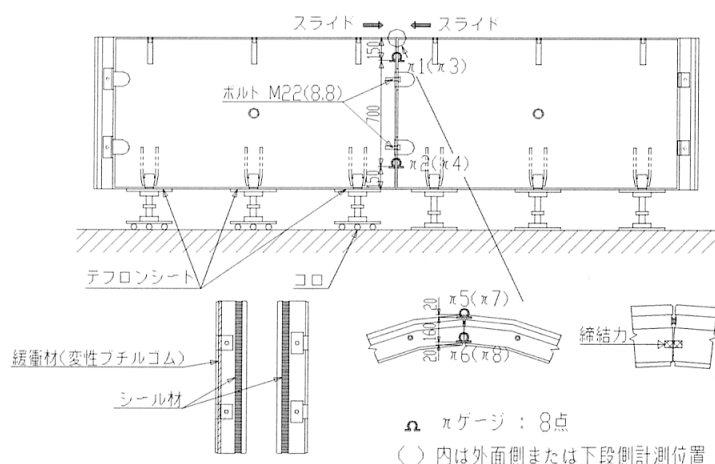


図-1 セグメント継手締結試験概要図

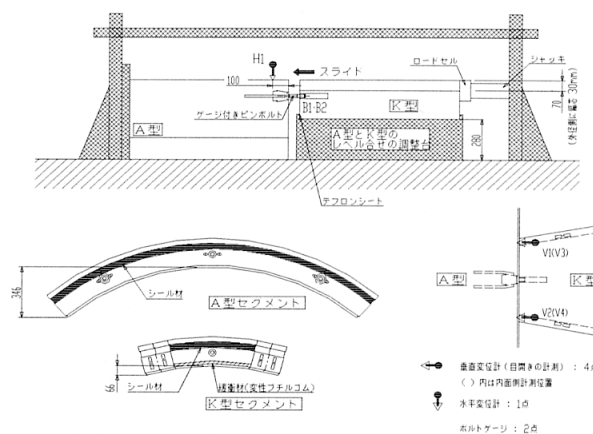


図-2 リング継手締結試験概要図

3. 試験結果と考察

①セグメント継手締結試験:図-3にボルト締付けトルクとシール材位置における目開き量の関係を示す
キーワード:シールドトンネル, 高水圧, 二次覆工省略, セグメント, シール材

連絡先:〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷 5-8-10(株)フジタ tel:03-3356-8247 FAX:03-3356-8265

す。セグメント継手は組み立てた時点で完全に接合されていることが望ましいが、セグメント継手ボルトのみの締結力ではシール材を完全に圧縮することはできなかった。ボルト許容応力度の80%で締付けた場合で1.6mm(A社、B社共)、100%で締付けた場合でも1.1mm(A社)～1.3mm(B社)の目開きが残留し、組立直後のセグメント継手面はシール材とセグメント内面側の端部のみが接触している状態となることがわかった。そして、セグメント組立時の対応策を次のとおりとした。

a)セグメント継手の締付けトルクはボルト許容応力度の100%(390N・m)を管理値とする。

- ・セグメント継手の目開きが施工性に与える影響は、次のリングを組み立てる時のリング継手の目違いとして現れる。セグメント継手の目開き量(=最大1.3mm)から算出したリング継手目違い量(=最大2.5mm)をリング継手の許容目違い量(=3.0mm)以内とすることで、リング継手の挿入を円滑にし、施工性を確保する。

b)リング継手を完全に挿入し、その調芯機能でセグメント継手ボルトの締結力を補い、真円を確保する。

- ・楔式ピン継手は全長を確実に挿入すると調芯機能を発揮する。リング継手の調芯機能でセグメント内面側端部のみが接触した状態を修正し、土水圧作用時のセグメント損傷を防止する。

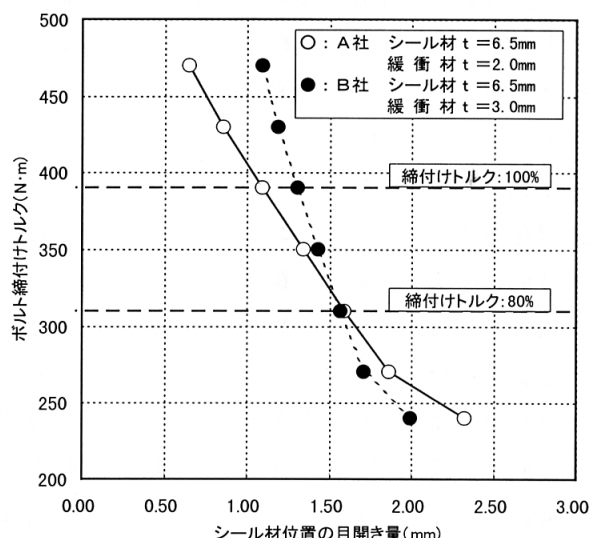


図-3 セグメント継手締結試験結果

②リング継手締結試験：図-4にジャッキ押付け力とセグメントシール材位置における目開き量の関係を示す。押付け力の増加とともに継手面クリアランスは減少して行き、押付け力で20kN～60kNを境に剛性が大きく変化した。最大押付け力(100kN)載荷時の目開き量は0.04mm(B社)～0.2mm(A社)で継手面はほぼ完全に接合しており、シール材反発力とリング継手金物の必要挿入力に対し十分な押付け力があることを確認できた。なお、ジャッキ押付け力除荷時には0.3mm(B社)～0.5mm(A社)の目開き増加を生じた。リング継手締結試験の結果からは、本工事のセグメント組立時の対応策を次のとおりとした。

a)セグメント組立て時の押付けジャッキの本数は、1ピース当たり2本以上を使用し、組立モードにおける最大推力(100kN)で押し付ける。

- ・継手1本当たり60kN以上の力で押付ければ、リング継手を確実に挿入できる。A型、B型ピース(リング継手本数=3本(ピース))については次のとおりとする。

「必要挿入力=60kN×3本=180kNに対し、1ピース当りの使用推力=100kN×2本とする。」

b)押付け力は、次リングの掘進開始まで除荷しない。

- ・組立て時に押し付けたジャッキを除荷し継手面が再度の目開きを生じると、リング継手の調芯機能が低下してセグメント損傷につながる可能性がある。なお、掘進時についても全ジャッキを追従載荷(100kN)し、組立時の状態を保持して損傷を防止する。

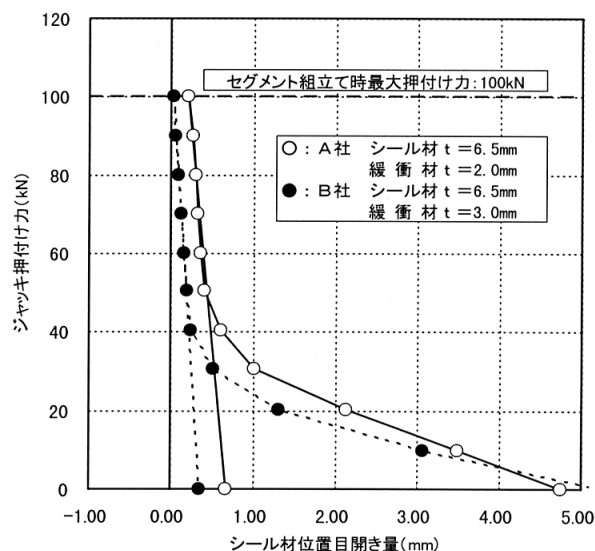


図-4 リング継手締結試験結果

4. おわりに 高水圧対応のシール材を用いる場合の、セグメント組立に与える影響と施工的な対応策について実物セグメントの載荷試験で事前に検討した。本工事は、平成14年4月から掘進開始予定であり、対応策の検証と改善、施工データの蓄積により今後の有益な管理手法を目指すものである。