

Ⅲ-B130 内面平滑セグメントの構造性能（その7）

— 水平コッター継手の止水性能に関する基礎実験 —

佐藤工業 正会員 市野 道明
 佐藤工業 倉木 修二
 佐藤工業 正会員 ○田上 弘喜
 佐藤工業 高塚 哲
 佐藤工業 正会員 木村 定雄

1. はじめに

シールド工法は、周辺地盤や近接構造物に与える影響が比較的小さいことから都市部のトンネル構築工法として急速に発展した。しかしながら、その工事費が高いことから近年その経済化が望まれており、特に全工事費に占める割合が高いセグメントを合理化することが急務とされている。

そこで、筆者らは二次覆工の省略および継手金物の防食処理を必要としない直線くさび式締結装置（水平コッター）に関する研究開発を進め、それを用いたセグメント継手の基本的な構造性能を把握してきた¹⁾。

その結果、水平コッターを用いた継手構造は、継手面に高い初期締付け力（H形コッターの耐力の75～85%のプレストレスを導入）を与えることができ、高力ボルトの引張接合指針²⁾に準じた設計が可能となるものと考えられた。さらにまた、継手面に高い締付け力が与えられることは、セグメント継手としての大きな特徴であり、継手面の目開きの抑制やシール材の締付け効果の向上に対しても有効であると考えられた。

本報告は水平コッターを有するセグメント継手の止水性能を把握することを念頭におき、水平コッターによるシール材の封入のメカニズムを明らかにしようとした基礎実験結果について述べたものである。

2. シール材の封入実験

封入実験に用いたシール材は、水膨張性シール材（台形w20×t3.5；硬度45，図1参照）である。シール材の封入実験は、このシール材を設置した試験体を可動式台座上にセットし、挿入ロッドを介してH形コッター（FCD900A）を挿入することにより継手面を締め付けたものである。写真1はその実験状況を示したものである。表1に計測項目およびその目的を示す。なお、接面圧力計および高感度変位計の設置位置を図1に示す。継手面の締付け力はH形コッターのひずみで管理し、H形コッターの耐力の75%（2680μ）を目標として継手面を締め付けた。

表1 計測項目およびその目的

計測項目	目的	計測機器	数量
コッター挿入力	締付け力の把握	ロードセル	1
シール材の接面応力	シール材に発生している接面応力の把握	接面圧力計	5
H形コッターのひずみ	H形コッターに作用する引張力の把握	ひずみゲージ	6
目開き量	目開き量の把握	高感度変位計	8

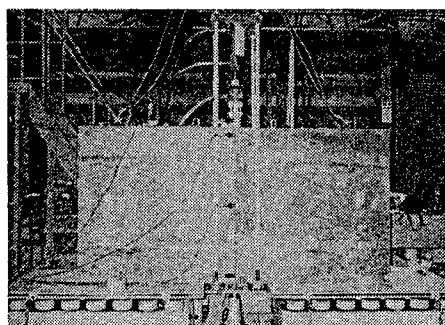


写真1 実験状況

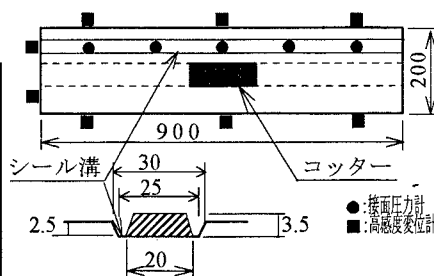


図1 試験体形状寸法と計測位置

キーワード：シールドトンネル，覆工設計，止水設計

連絡先：東京都中央区日本橋本町4-12-20 佐藤工業 tel 03-3661-4794 fax 03-3668-9484

3. 実験結果およびその考察

締付け力と平均接面応力および締付け力と伝達比の関係を図2に示す。伝達比は次式から算出した値であり、締付け力とシール面に生じる圧縮力の比を表わしたものである。

$$R = p \cdot A / N$$

R : 伝達比

p : 平均接面応力 (kgf/cm²)

A : シール材面積 (cm²)

N : H形コッターのひずみより算出した締付け力 (kgf)

締付け力と平均接面応力の関係を見ると、締付け力が 5tf 程度から平均接面応力は増加していない。また、締付け力と伝達比の関係も同様の傾向を示していることから、締付け力が 5tf 程度でシール材の封入は完了することがわかる。さらに、この時の締付け力はH形コッターの耐力 (6100kgf/cm²) の 8.3 %程度であり、締結装置である水平コッターの引張能力からすると相当に小さい。

一方、図3および図4はシール材の封入過程を表わしたものである。図3はセグメント厚さ方向、また図4はセグメント幅方向の封入過程を示している。これらの結果から水平コッターによるシール材の封入は、継手面が概ね平行に突き合わさりながら進行することがわかる。また、コッターによる締付け位置が継手面の中央（セグメント幅方向）に位置することをあわせ考えると、締付け位置に関係なくほぼ均一にシール材の接面応力を付与できることがわかる。なお、若干生じている接面応力の差は、シール溝や継手面の微小な凹凸に伴う作用によるものと思われる。

図5はシール材の接面応力およびH形コッターの引張ひずみの経時変化を示したものである。コッターの挿入が完了した直後において接面応力は顕著に低下していない。しかし、その後、時間の経過とともに接面応力は徐々に低下し、初期の接面応力の 70 %程度まで下がった。この間、目開き量には変化が見られず、さらにコッターのひずみも変化していないことから、経時的な接面応力の低下はシール材の応力緩和によるものと推察される。また、時間の経過とともに接面圧力が波を打つように変化しているのは昼夜の温度変化に起因するものと思われる。なお、図5はH形コッターの耐力の約 66% で締め付けた結果を示したものであるが、耐力の 75%まで締め付けた実験も実施しており、これと同様の結果を得ている。

以上から、水平コッターの締め付けによるシール材の封入のメカニズムは、概ね把握できたものと考えている。今後は、さらに水膨張性シール材の水膨張圧や自封効果をも含めた総合的な継手の止水性能についても検討する予定である。

【参考文献】1)たとえば、岩藤ほか：内面平滑セグメントの構造性能、トンネル工学研究論文報告集, Vol.6, 1996.11.

2)日本鋼構造協会：橋梁用高力ボルト引張接合設計指針（案），1993.2.

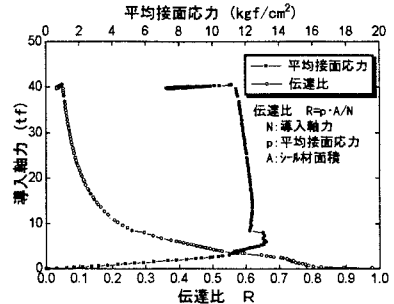


図2 導入軸力と平均接面応力、伝達比

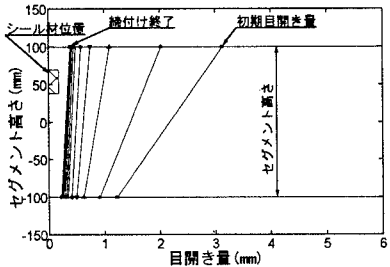


図3 セグメント高さ目開き量

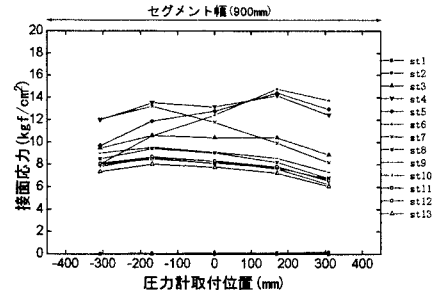


図4 接面応力と圧力計取付位置

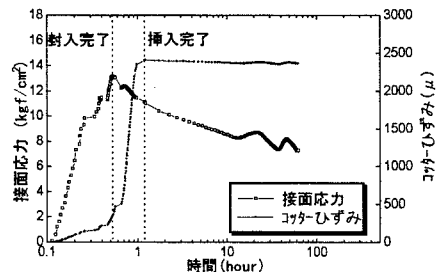


図5 接面応力と時間