

スライドコッター継手の鋼製セグメントへの適用（その1）

前田建設工業（株）正会員	宮澤 昌弘
同 上	北村 昌文
（株）前田製作所	松山 結城
フジミ工研（株） 正会員	森 孝臣

1. はじめに

小口径のシールドトンネルにおいては、鋼製セグメントをボルトで締結するのが一般的である。

一方、近年では、コスト縮減・工期短縮を目的として二次覆工を省略するために、あらかじめコンクリートを打設した鋼製セグメント（コンクリート中詰め鋼製セグメント）を採用する事例が増えている。

しかし、小口径シールドでは狭い空間において、ボルトの締結作業、重量物（セグメント）の取り扱い、これに加えてコンクリート中詰め鋼製セグメントではボルトボックスの穴埋め等の作業を行わねばならず、施工性、安全性、および仕上がり品質の低下が懸念される。

筆者らは、RC セグメントを対象として開発した軸方向挿入型くさび式継手（スライドコッター継手）をセグメント継手として、また RC セグメントで実績の多いピン挿入型継手（クイックジョイント）をリング継手として、それぞれ鋼製セグメントに適用することにより、これらの課題が改善できると考えた。

本研究では、スライドコッター継手の鋼製セグメントへの適用を目的とし、よりメリットの大きいコンクリート中詰め鋼製セグメントを対象として、継手の構造検討、セグメントの試作を経て、施工性確認試験・継手曲げ試験などの各種性能試験を行い、それぞれ良好な結果を得た。本稿ではその一部として、本セグメントおよび継手構造の概要、継手単体挿入試験、シールドマシン実機によるリング組立試験について報告する。

2. スライドコッター継手を適用したセグメントの概要

本研究で対象とした小口径（外径 1,950mm，内径 1,650mm，セグメント幅 750mm，）のコンクリート中詰め鋼製セグメントとスライドコッター継手を適用したセグメントを図-1 に示す。

内面を平滑にするためには、ボルト式セグメントではボルトボックスの穴埋めが必要であり、研究対象とした規模のトンネルでは、トンネルの仕上がり面積に比べてボルトボックスの面積が大きくなる傾向が著しくなる。

このような狭い空間において、ボルトの締結作業、ボルトボックスの穴埋め作業を行うことは、明らかに作業性が悪く、坑内労働者への負担が大きくなるため、トンネルの仕上がり品質が低下することも懸念される。また、重量物であるセグメントの取り扱いについても、安全の観点からも好ましいとは言えない。

これに比べて、スライドコッター継手を適用したセグメントでは、リング継手にクイックジョイントを併用することにより、ボルト締結作業および穴埋め作業が全く不要であり、短時間でセグメントの組立ができる。このため、本セグメントが有する長所としては、施工性・安全性・仕上がり品質の向上、また穴埋め費および工期短縮等によるトンネル工事全体でのコストダウンなどが挙げられる。



図-1 研究対象のコンクリート中詰め鋼製セグメント（左）
スライドコッター継手を適用したセグメント（右）

キーワード：シールドトンネル，セグメント継手，ボルトレス，内面平滑，二次覆工省略，高速施工

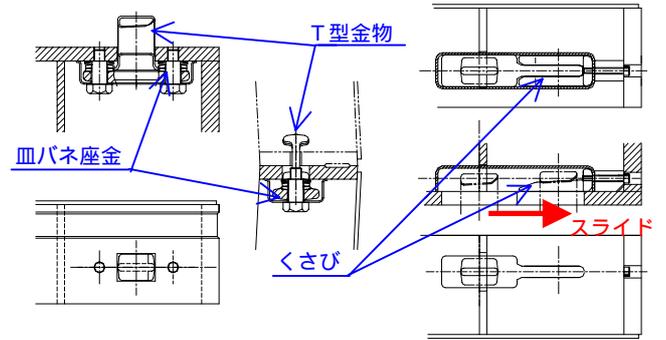
連絡先：前田建設工業（株）土木本部 土木部 東京都千代田区富士見 2-10-26 TEL03-5276-9472

3. スライドコッター継手の構造と性能試験

スライドコッター継手は、相対する継手面にT型形状の雄型金物とくさびを内蔵した雌型金物で構成される。セグメントの組立時には、トンネル軸方向にセグメントをスライドさせることにより、雄型金物と雌型金物を嵌合させて、そのくさび作用によりセグメントを引き寄せて締結する。

本研究では、図-2に示すようにT型金物を可動式とし、その装着用ボルト軸に皿バネ座金を反力材として配置した構造とした。この皿バネ座金の復元力により、地山とのなじみにより目開きが生じた場合でも締結を保持するとともに、製作誤差、施工誤差を吸収する。

本研究では、スライドコッター継手を鋼製セグメントに適用するにあたり、表-1に示すような性能試験を行った。ここでは、継手挿入試験、シールドマシン実機によるリング組立試験について述べる。



雄型継手 雌型継手
図-2 スライドコッター継手の構造

表-1 性能試験の項目

試験項目	目的
継手挿入試験	・継手の締結挙動・メカニズムの確認 ・継手の挿入力・締結力の確認
シールドマシン実機によるリング組立試験	・セグメント組立の施工性の確認 ・リング仕上がり品質の確認
継手引張試験	・継手の強度・剛性の確認 ・継手挙動の確認
継手曲げ試験	・継手性能の確認 ・セグメントの挙動の把握

4. 継手挿入試験

継手挿入試験は、図-3に示すような試験装置により、皿バネ座金の組合せ、皿バネ座金の初期圧縮量をパラメータとして行った。皿バネ座金の初期圧縮量は、目開き量・製作誤差・施工誤差をモデル化したものであり、スペーサーの厚さで調節した。

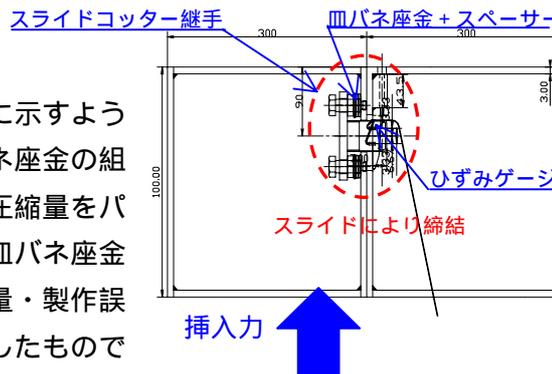


図-3 継手挿入試験装置

その結果の一部として、皿バネ座金（呼び径16，軽荷重1L）×4枚のケース（最大可能圧縮量2.8mm）における、挿入力～締結力の関係を図-4に示す。挿入力～締結力の関係は初期圧縮量に関係なく、ほぼ同じような挙動を示している。これは、本継手が目開きに対して締結を保持できるとともに、製作誤差、施工誤差を吸収できることを示唆する。

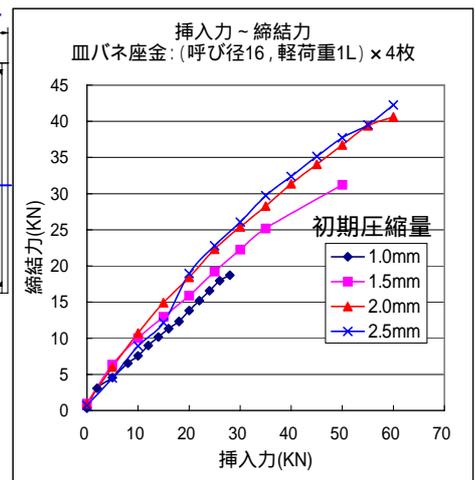


図-4 挿入力～締結力

5. シールドマシン実機によるリング組立試験

シールドマシン実機によるリング組立試験の状況を図-5に示す。試験の結果、良好な施工性（スムーズかつ短時間での組立）、良好な仕上がり品質（目違い・目開きがない、真円度が良い）が確認できた。



図-5 リング組立試験状況

6. おわりに

本研究により、スライドコッター継手を鋼製セグメントに適用することが可能であり、先に述べた課題に対して改善できることが確認された。また、その他の性能試験については（その2）で後述するが、継手としての基本性能を有することを確認している。