

継手を併用したプレストレス導入セグメントの開発

前田建設工業（株） 正会員 森 芳樹 正会員 宮澤 昌弘
 フジミ工研（株） 正会員 森 孝臣

1. はじめに

近年の都市型水害の増加に伴い、地下河川・地下貯留管を根幹とした治水対策が推し進められている。また、兵庫県南部地震以降、シールドトンネルにおいても耐震設計が適用されるケースが増加している。このような内水圧・地震時荷重条件下では、部材の耐力増加が必要となる場合がある。そこで、筆者らは、セグメントに適切なプレストレス力（軸力）を導入して覆工厚の増加を抑制し、また、継手を併用することで、プレストレスおよび継手双方の利点を生かした合理的で経済的な覆工構造を開発した。

本論文は、当社で開発したスライドコッター（軸方向挿入コッター）セグメントにプレストレスを導入したセグメント（セグメント外径 3,650mm，桁高 200mm，セグメント幅 1,000mm，6分割）（写真-1 参照）を試験体として、施工性確認試験および継手曲げ試験等を実施し、良好な結果を得たのでここに報告する。

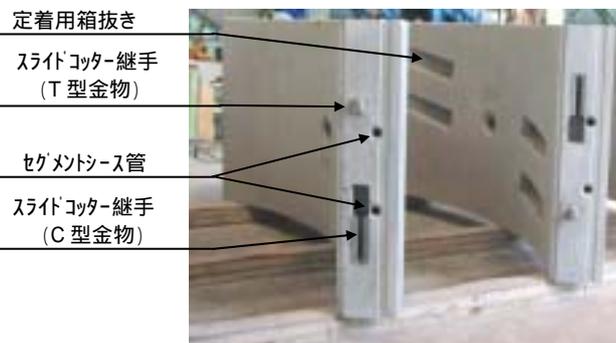


写真-1 プレストレス導入スライドコッターセグメント

2. 継手を併用したプレストレス導入セグメントの特長

継手を併用したプレストレス導入セグメントは、一般のセグメントと同様に継手金物を用いてセグメントを組立てた後に、あらかじめ埋め込んだシース管にアンボンドPC鋼より線を挿入して緊張定着を行ない、セグメント円周方向にプレストレス力を導入する方式であり、次の特長を有する。

- ・セグメント円周方向にプレストレスを導入することにより、軸力が増加するので覆工厚の低減や継手の小型化によるコストダウンが可能である。

さらに、高速施行・内面平滑に適したスライドコッターセグメントを適用することで、次の特長を有する。

- ・スライドコッター継手で常時荷重（土圧、水圧、自重等）を負担するため、緊張作業が掘削サイクルに影響を及ぼさない。
- ・リング継手にクイックジョイントを適用することにより、トンネル縦断方向の耐震性能が向上する。
- ・継手がトンネル内部に露出しないため、セグメントの耐久性が向上する。

3. 施工性確認試験

(1) 試験目的

セグメントのリング組立、PC鋼より線の挿入工、緊張工等の一連作業がスムーズかつ安全に施工できること、および仕上がり品質（目違い、目開き、真円度等）を確認する。

(2) 試験概要

実際の施工を想定し、シールド実機のエレクターを用いてリング組立を行った後にプレストレスの導入を行ない、施工性および仕上がり品質を確認した（写真-2 参照）。



写真-2 施工性確認試験状況

キーワード シールドトンネル，セグメント，プレストレス，継手併用，二次覆工省略

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-26 前田建設工業（株）土木本部土木部 TEL 03-5276-9472
 〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 3-11-18 フジミ工研（株）技術部 TEL 03-3264-4825

(3)試験結果

スライドコッターセグメントのリング組立作業およびPC鋼より線の挿入工、緊張工の一連の作業がスムーズかつ安全に施工できた。また良好な仕上がり品質（真円度：鉛直方向-1mm，水平方向+1mm）を確認できた。

4．継手曲げ試験

(1)試験目的

プレストレス力(軸力)を導入した状態で継手曲げ試験を行い、部材ひずみ(コンクリート・T型金物)と開口量を測定し、実測値と理論値を比較することにより、プレストレス導入セグメントの継手性能を確認する。

(2)試験概要

図-1に示すとおり、セグメント2ピースを平組し、プレストレスをPC鋼より線を用いて導入した後に水平2点荷重両端可動方式にて荷重の荷重を行った。なお、荷重荷重は設計荷重までとし、導入プレストレス力(軸力)は、0kN, 100kN, 200kN, 300kNの4ケースとして、正曲げおよび負曲げの各々について合計8ケースの継手曲げ試験を行った。

(3)試験結果

継手曲げ試験を行った結果、正曲げおよび負曲げの全ケースにおいて、設計荷重作用時における部材ひずみ(コンクリート・T型金物)は、理論値(n=5.38)以下となった。図-2に結果の一例を示す。なお、理論値は導入プレストレス力を軸力の増加として評価して算出した。また、回転ばね定数(k)は、継手部離間前については軸力に比例して増加し、継手部離間後については軸力によらず概ね一定の値となることが分かった。

5．プレストレス導入状況確認試験

(1)試験目的

プレストレス導入セグメントにおけるコンクリート表面のひずみ分布を測定し、プレストレス導入時の応力状態を確認する。

(2)試験概要

図-3に示すとおり、1リングのセグメントを平組してPC鋼より線を用いてプレストレスをセグメントに導入し、コンクリート表面のひずみを測定した。なお、測点は45°ピッチに設置した。

(3)試験結果

図-4に示すとおり、PC鋼より線の緊張箇所を除き、内空側のコンクリート表面に概ね圧縮ひずみが計測された。今後、PC鋼より線の緊張位置および緊張構造を検討することで、より均一なプレストレスの導入が可能になると考えられる。

6．おわりに

合理的で経済的なセグメントとして開発した本セグメントは、実物大試験により良好な施工性および断面性能を確認できた。また、従来のRCセグメントの設計手法による評価が可能であることを確認した。今後はより詳細な検討を行うとともに実施工に適用して検証を図って行きたい。

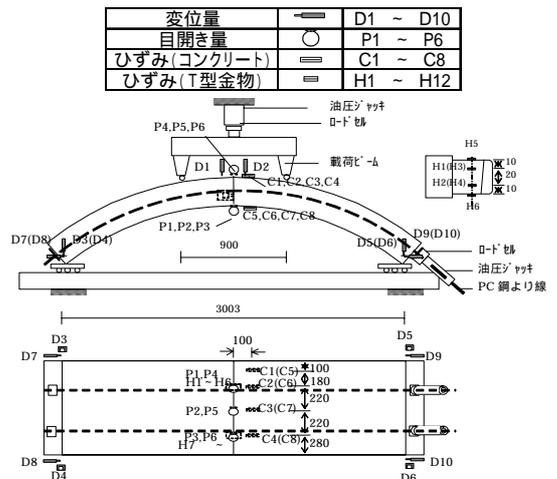


図-1 継手曲げ試験概要(正曲げ)

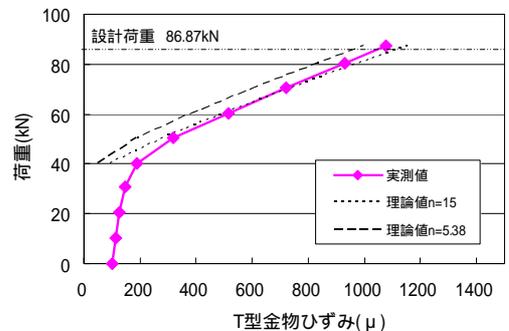


図-2 荷重～T型金物ひずみ曲線(正曲げ, N=300kN)

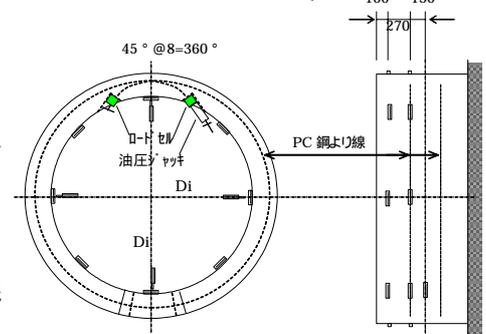


図-3 プレストレス導入状況確認試験概要

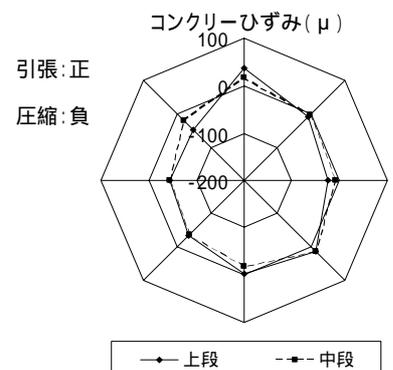


図-4 コンクリート表面ひずみ分布