

高耐力特殊セグメントの開発 (構造概要と製作性)

安藤ハザマ 土木事業本部 正会員 ○三木章生, 新原圭祐, 粥川幸司
(株)横河住金ブリッジ 岩橋正佳, 正会員 北村卓也

1. はじめに

シールドトンネルにおいて、たとえば道路トンネルを例にとると、分合流部や拡幅部といった切上げを必要とする部分や、横坑や避難路などの開口部がある。このような切上げや開口部など欠円となる特殊部では、トンネル覆工に大きな断面力が発生し、高い耐力が求められる。従来、鋼製セグメントや合成セグメントが用いられてきたが、より大断面・大深度化が進む道路トンネル、鉄道トンネルでは、セグメント高さが大きくなり、建築限界など必要な内空を確保できないなどの課題が生じる。そこで、大きな断面力に対しても十分な耐力を有し、薄肉化を実現できる高耐力特殊セグメント (TUF セグメント) を開発した。

2. 高耐力特殊セグメント (TUF セグメント Tough United Full sandwich segment) の概要と特徴

従来からある六面鋼殻セグメントは、セグメントの外表面となる六面を全て鋼殻で覆い、その中にコンクリートを充填してスタッドジベル等により一体化した鋼・コンクリート合成構造のセグメントである。TUF セグメントは六面鋼殻セグメントを基本としたうえで、**図-1**、**図-2** に示すとおり鋼殻のスキンプレートに曲げ加工で可能な従来より厚肉な鋼材 (最大 30mm) を使用し、厚肉のフランジ (最大 100×200) で補強したものである。これらにより、耐力とじん性が増加し、切上げや開口部などの特殊部で要求される高い耐断面力に対して、構造的に十分な安全性を発揮することができる。

TUF セグメントの特長を以下に示す。また、**表-1** に許容応力度法を用いて行った従来型セグメントと TUF セグメントの比較を示す。

① 高耐力・高じん性

セグメントの主断面に鋼材を豊富に配置しているため、高い耐力とじん性を発揮できる。

② セグメントの薄肉化

厚肉スキンプレートや厚肉フランジの採用により、セグメント高さの薄肉化が図れ、トンネル内部空間の確保が容易となる。

③ 高い耐久性・止水性

六面全てが鋼材で覆われた構造であるため、コンクリートのひび割れによる漏水がなく、長期的な耐久性・止水性を確保できる。

キーワード： シールドトンネル、セグメント、合成構造、六面鋼殻、厚肉鋼材、フランジ構造

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 安藤ハザマ 土木事業本部 TEL03-6234-3671

〒279-0012 千葉県浦安市入船 1-5-2 (株)横河住金ブリッジ 鉄構エンジニアリング技術部 TEL 047-306-5276

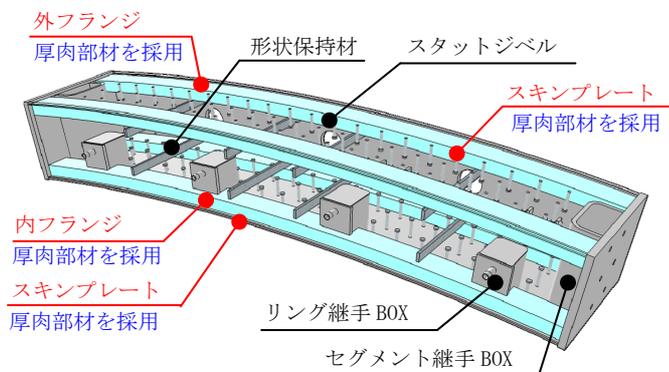


図-1 TUF セグメント概要図 (ボルト継手の例)

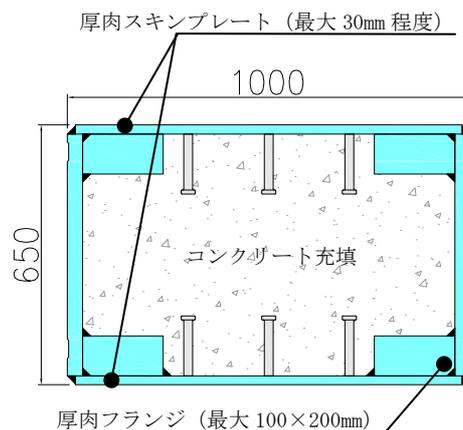


図-2 TUF セグメント概要図 (主断面構造)

④ 優れた組立性・経済性

施工条件により鋼殻内のコンクリートを鋼殻組立て後に現場で充填することも可能で、組立て時のセグメントを軽量化し、施工性を向上できる。併せて運搬費等のコスト低減を図ることもできる。

表-1 従来型セグメントと TUF セグメントの比較 (抵抗モーメントで比較)

構造	鋼製セグメント	六面鋼殻セグメント (従来型)	RC 構造	TUFセグメント
桁高	1,050mm	1,050mm	$f'_{ck}=40N/mm^2$	750mm
スキンプレート	8mm	8mm		22mm
側板 (主桁)	外: 50mm 中: 100mm	95mm		38mm
フランジ	50×100mm	-		100×200mm
鋼材重量	1,815kg/m	1,664kg/m		1,385kg/m
コンクリート	-	-		
鋼材/鉄筋	SM570-H		SD345	SM570-H

※設計軸力 N=15,000kN のもと、抵抗モーメント 8,100kN・m 程度となるように設定した結果。

3. TUFセグメントの品質・性能確認

開発にあたっては、下記に示す試験を実施し品質・性能を満足することを確認した。

表-2 TUFセグメントの品質・性能確認項目

課題	確認項目
①厚肉鋼材を使用した鋼殻の品質・製作性	<ul style="list-style-type: none"> 厚肉鋼材の曲げ加工精度，組立精度。 鋼殻製作時の組立手順や溶接時などの製作性。
②セグメント本体の耐力 (単体曲げ载荷試験)	<ul style="list-style-type: none"> 降伏，終局荷重に対する耐力。 コンクリートと鋼材の一体化。

①厚肉鋼材を使用した鋼殻の品質・製作性

製作における寸法許容差を一般の鋼製セグメントに準拠し表-3 のとおりとした。そこで実際に実規模のセグメントを製作し、その製作精度を検査した結果(写真-1, 写真-2)、すべての管理項目において寸法許容差を満足し、実用に供することができることを確認した。なお、②セグメント本体の耐力 (単体曲げ载荷試験) については「高耐力特殊セグメントの開発 (単体曲げ载荷試験)」にて報告する。

4. おわりに

シールドトンネルの大断面化・大深度化に対応し、かつ、薄肉化を期待できる構造を有する高耐力特殊セグメント(TUFセグメント)を開発した。さらに、厚肉鋼材を採用した鋼殻の品質・製作精度を満足することを確認できた。

表-3 寸法許容差

項目	許容公差
桁高	±1.5mm
幅寸法	±1.5mm
セグメント長	±1.5mm
セグメント間ボルトピッチ	±1.0mm
リング間ボルトピッチ	±1.0mm



写真-1 製作状況

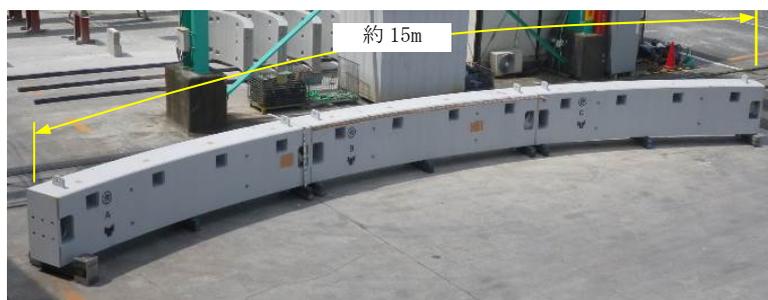


写真-2 製作完了後の仮組状況