

### 新型合成セグメントの開発 (平板単体曲げ試験)

清水建設 正会員 入田健一郎, 迫野 涼, 関 伸司  
正会員 吉武 謙二, 後藤 徹

#### 1. はじめに

シールドトンネルが内水圧を受ける場合や近接構造物や併設トンネルの影響を受ける場合等の厳しい荷重条件下では高耐力を有するセグメントが必要になる。一般に合成セグメントは高い耐荷性能をもつため、このような荷重条件に適合するセグメントである。当社では、セグメント継手を簡略化しつつ高耐力を実現できる合成セグメントの開発を進めてきた。ここでは、新型合成セグメントの概要、およびセグメント本体構造が合成構造であるとみなすことを確認した平板単体曲げ試験について報告するものである。

#### 2. 新型合成セグメントの概要

本合成セグメントは、トンネル内空側の面を除く5面を鋼板で囲んで形成した鋼殻と、鋼殻の内部をコンクリートで充填する形式となっている。鋼殻はスキムプレート、フランジ、ウエブ(リング継手板)、セグメント継手板で構成されている。

内縁側および外縁側のフランジに凹凸(フランジキー)を設けて、隣接リングのフランジキーと嵌合することにより、添接効果を積極的に利用する。これによりセグメント継手部に発生する曲げモーメントは、フランジキーおよびリング継手半径方向せん断キーを介して隣接リングのセグメント本体に伝達されるため、当該セグメントのセグメント継手部の曲げモーメントが小さくなり、曲げ引張力を伝達する継手部材を省略することが可能になる。ただし、セグメント継手部に発生するせん断力(半径方向)は、隣接リングに伝達できないため、セグメント継手半径方向せん断キーを介して隣のセグメントに伝達する。

なお、セグメント継手およびリング継手には組立用の軽微な継手を設置する(図-1参照)。

#### 3. 平板単体曲げ試験

本合成セグメントの本体構造は、内外縁に配置したフランジ、ウエブおよび圧縮部材としてのコンクリートで構成されている(図-2参照)。この本体構造が合成構造とみなすことができるかを確認するため、平板単体曲げ試験を実施した。合成構造であるための条件として、耐力の保有、断面の平面保持の成立性、合成構造としての曲げ剛性の保有が挙げられ、試験ではこれらの確認のための計測を行った。

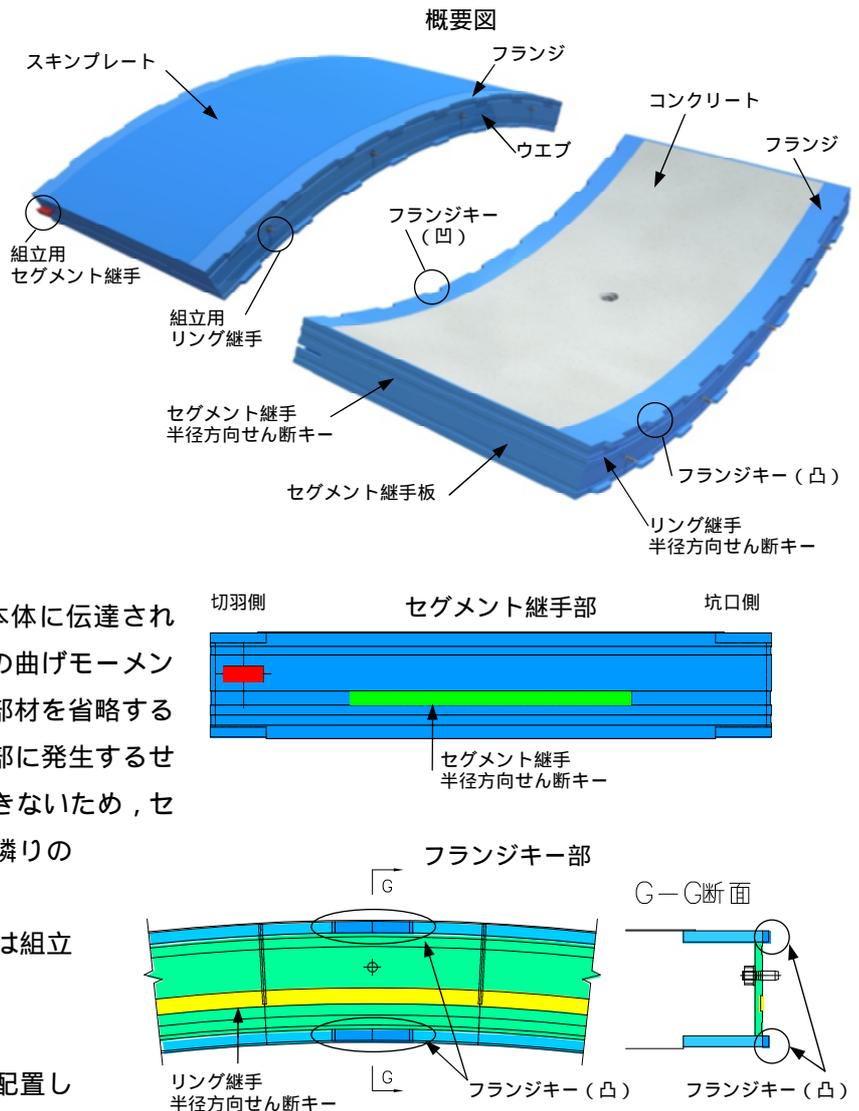


図-1 合成セグメントの概要

キーワード 合成セグメント, 単体曲げ試験, フランジキー

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 土木技術本部設計第一部, TEL 03-5541-0592

3.1 試験体

試験体は、覆工厚 300mm，幅 2000mm，長さ 4300mm とし，正曲げ（外縁圧縮）試験用と負曲げ（内縁圧縮）試験用に 2 体製作した（図-3 参照）．試験体の諸元を表-1 に示す．

表-1 試験体の主な部材の諸元

	鋼種 強度	厚さ (mm)	幅,高さ (mm)
スキムプレート	SM490A	3	1660
フランジ	SM490Y	28	200
ウェブ	SM490Y	19	241
コンクリート	$f'_{ck}=42\text{N/mm}^2$	-	-

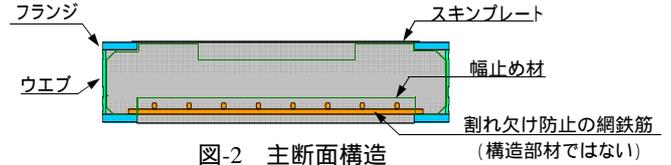


図-2 主断面構造

3.2 試験方法

試験体の中央部を 900mm の離間をとって 2 線載荷した．試験体が耐力を失うまで載荷することとした（図-3 参照）．

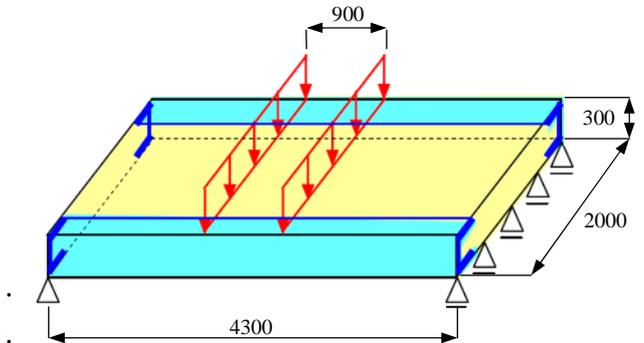


図-3 平板単体曲げ試験イメージ

3.3 試験結果

ここでは，正曲げ試験の結果について述べる．正曲げ試験の最終荷重時の状態を写真-1 に，荷重-たわみ曲線（P- 曲線）を図-4 に示す．最終荷重時の試験体のたわみは 300mm を超過したため，試験体には十分な変形性能があることが確認された．また，材料試験値で計算した合成構造としての試験体の破壊時の荷重  $P_c=2611\text{kN}$ （スキムプレートを構造部材と仮定した場合）に対し，計測された最大載荷荷重はこれを上回る  $P_m=2852\text{kN}$  であり，試験体は合成構造としての耐力を有すると考えられる．

正曲げ試験での試験体スパン中央部の各部材のひずみについて覆工厚方向の分布を図-5 に示す．計測されたひずみは，部材の応力が許容応力度に達する付近の弾性範囲内での荷重によるものである．概ねひずみの分布は直線分布であり，断面の平面保持が成立しているものと判断される．

なお，表記を省略するが，計測による曲げモーメント-曲率曲線（M- 曲線）が計算値と整合し，試験体は弾性範囲において合成構造としての曲げ剛性を有していることも確認した．

4. まとめ

本合成セグメントの構造の前提であるセグメント本体部の合成構造は，正曲げおよび負曲げ試験より前項 3 の ~ の項目を満足することで確認された．本合成セグメントの特徴である継手部の断面力の伝達については，当該セグメントのセグメント継手およびリング継手を嵌合した添接曲げ試験を実施完了し，現在，計測データ等の分析を行っている．今後，報告したいと考えている．



写真-1 載荷状況

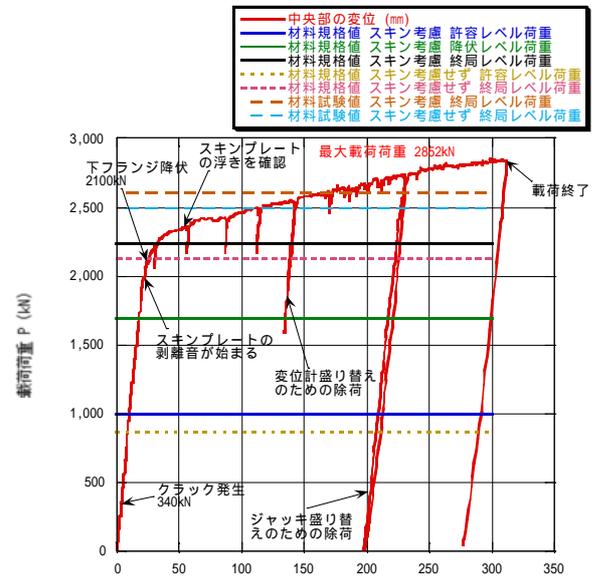


図-4 正曲げ 荷重 - 変位曲線

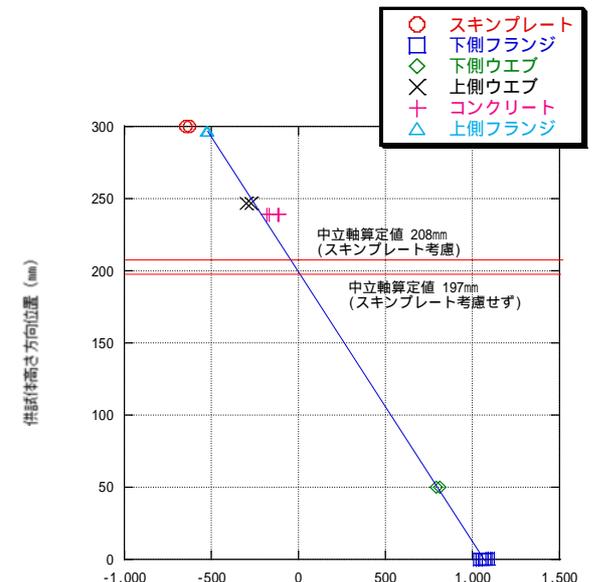


図-5 正曲げ ひずみの分布