

新型合成セグメントの開発（嵌合式継手での添接曲げ試験）

清水建設 正会員 ○入田健一郎，迫野 涼，吉武 謙二，関 伸司

1. はじめに

本稿は，前報 1) に続くものである．著者らが開発した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について，継手での断面力の伝達を把握するために添接曲げ試験を実施し，その伝達が概ね把握できたので報告する．

2. 新型合成セグメントの概要

本合成セグメントは，トンネル内面を除く 5 面を鋼板で形成した鋼枠の内部をコンクリートで充填する形式である．鋼枠はスキンプレート，フランジ，ウェブ（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して，添接効果を積極的に利用する．すなわち，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．これにより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りのセグメントに伝達する．（図-1 参照）．

3. 添接曲げ試験

セグメント継手とリング継手を介した断面力の伝達を把握するために，平板試験体を 4 ピース製作し，添接曲げ試験を実施した（図-2，写真

3.1 試験体

同一形状の A, B ピースをセグメント継手部

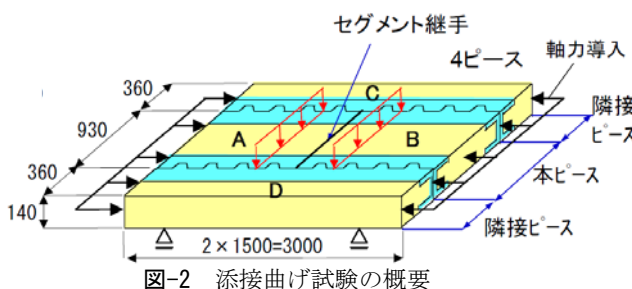


図-2 添接曲げ試験の概要

で嵌合させたものに，C, D ピースをリング継手部で嵌合させ添接

ピースとした（図-2 参照）．試験体端部より試験体全幅にわたって軸力の導入が可能になる形状とした．試験体の諸元を図-3，表-1 に示す．試験体の形状寸法は大断面シールドで想定される形状寸法の 1/2 とした．添接曲げ試験では，スキンプレートが圧縮部材である正曲げ試験，およびスキンプレートが引張部材である負曲げ試験を行った．

3.2 試験方法

キーワード 合成セグメント，嵌合式継手，フランジキー，添接曲げ試験，はりーばねモデル

連絡先 〒105-8007 東京都中央区京橋 2-16-1 土木技術本部 設計第一部，TEL 03-3561-3897

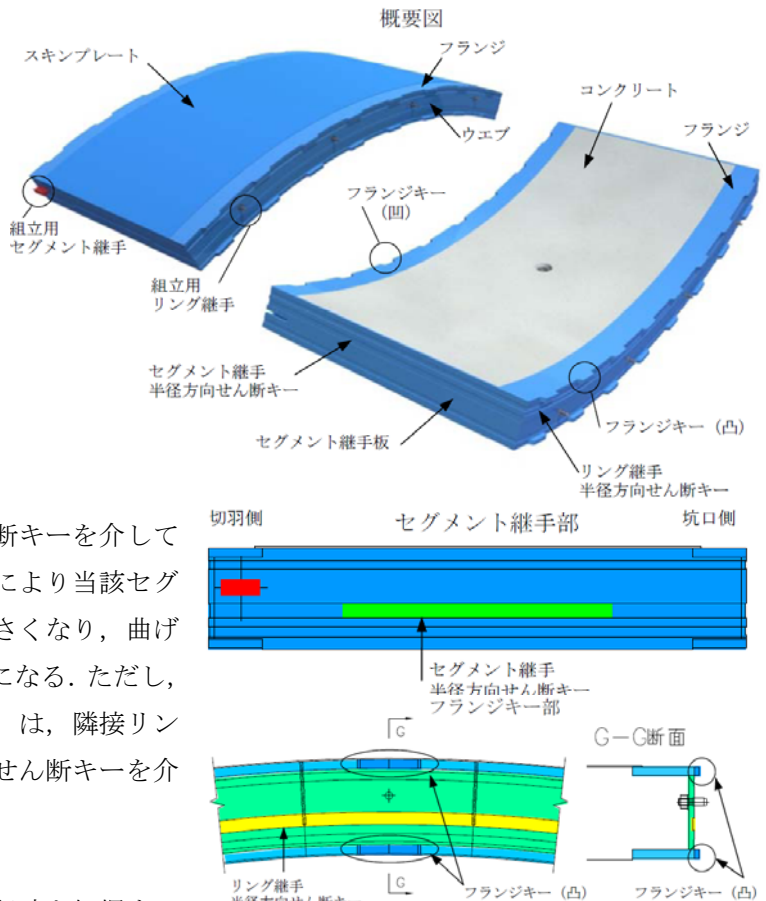


図-1 合成セグメントの概要

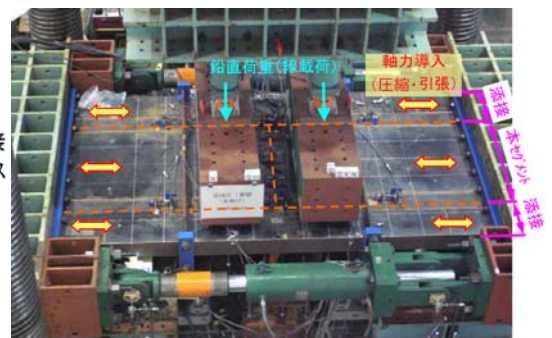


写真-1 正曲げ添接曲げ試験全景

試験体全幅にわたって所定の軸力を導入し、試験体の中央部に 400mm の離間をとって、鉛直下向きに A, B ピースのみに 2 線載荷した。導入軸力と鉛直方向荷重の载荷については、導入軸力を、圧縮→0kN→引張の順に作用させ、試験体に発生するひび割れが漸増するように考慮した。各軸力が試験体に導入されている状態で、試験体部材のいずれかが許容応力度に達するときの荷重（許容荷重）まで鉛直方向の载荷を行った。試験の最終では、軸力なしの状態で試験体が破壊するまで、鉛直方向の荷重を载荷した。

3.3 試験結果

写真-2 に正曲げの軸力 0kN のケースの破壊時の試験体を示す。このときのスキンプレートおよびコンクリートの詳細を写真-3, 4 に示す。写真-3 では、A, B, C, D ピースのスキンプレートの載荷点付近には座屈が発生し、全ピースともスキンプレートに大きな曲げ圧縮ひずみが発生したことがうかがえる。写真-4 では、C, D ピースに曲げひび割れが発生し、A, B ピースのセグメント継手面には大きな目開きが生じていた。A, B ピースの継手面の目開きの発生に従い、C, D ピースに力が伝達され曲げモーメントが発生しているのは明らかである。

3.4 継手部のひずみの比較

はりばねモデルによる添接曲げ試験を再現する構造計算より、A, B, C, D ピースに発生する断面力を算出し、鉄筋コンクリート理論を用いて部材に発生する応力から、計算によるひずみ（計算ひずみ）を算定した。一方、添接曲げ試験により計測された部材のひずみ（計測ひずみ）を抽出し比較した。図-4 に正曲げ試験での双方のひずみの比較結果を示す。

図-4 の左半で、C, D ピースのフランジ上面（圧縮縁）、コンクリート圧縮ひずみについては、計算ひずみは、計測ひずみを再現している。一方、右半の C, D ピースのフランジ下面（引張縁）のひずみについては、計算ひずみは計測ひずみより引張側に大きく、両者には差異があり、更なる検討が必要である。

4. まとめ

課題であった継手の断面力の伝達について概ね把握できたと考ええる。前報 1) と本稿により本合成セグメントの開発に目途をつけることができた。

参考文献 1) 入田ら 新型合成セグメントの開発（単体曲げ試験）平成 24 年度土木学会全国大会 VI-168

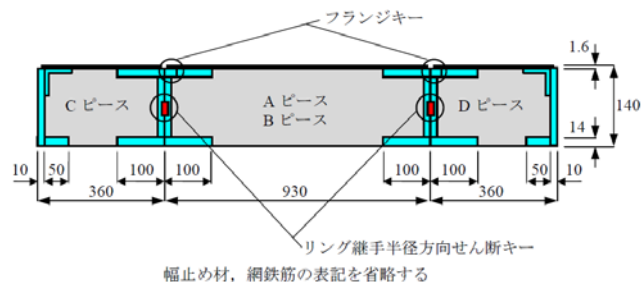


図-3 添接曲げ試験体の断面形状寸法

表-1 添接曲げ試験体の諸元

	鋼種 強度	厚さ (mm)	幅,高さ (mm)
スキンプレート (A, B)	SS400	1.6	920
スキンプレート (C, D)	SS400	1.6	350
フランジ	SM490Y	14	100
ウェブ	SM490Y	10	112
継手板 (A, B)	SM490Y	10	910
継手板 (C, D)	SM490Y	10	340
妻板 (C, D) ¹⁾	SM490Y	10	138.4×3000 ²⁾
せん断キヤ	SS400	5	-
コンクリート	$f'_{ck}=42\text{N/mm}^2$	-	-

注 1) 妻板は C, D ピースの部材で、A, B ピースに添接しない側に主桁のように設置した。

2) 高さ×長さで表示した。

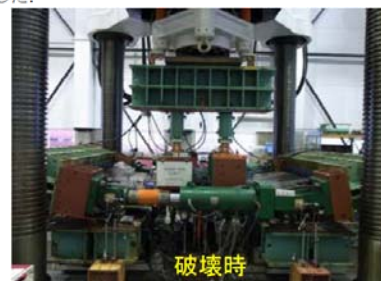


写真-2 正曲げ破壊時
（軸力 0kN）



写真-3 正曲げ破壊時
圧縮側（軸力 0kN）



写真-4 正曲げ破壊時
引張側（軸力 0kN）

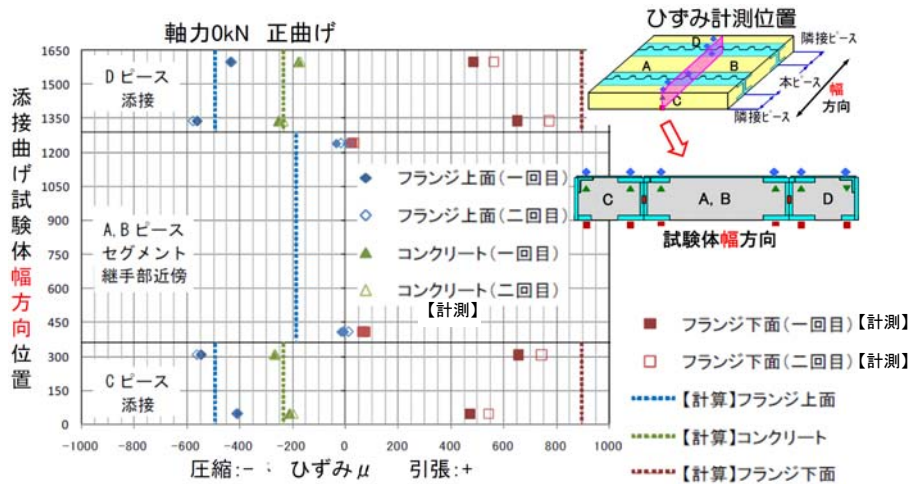


図-4 継手部のひずみの比較