

継手を有する鋼コンクリートサンドイッチ部材の力学的特性

銭 高 組 正会員○原田尚幸 中筋智之
 銭 高 組 正会員 角田晋相 齋藤 優
 JFE 建材 正会員 松岡 馨 林 伸郎

1. はじめに

アンダーパスの急速施工技術であるLacross (Large composite segment crossing passage) 工法の継手部は、ある程度の施工誤差にも対応できる構造形式¹⁾を採用している。しかし、継手部の応力伝達、すなわち継手を有する部材の力学挙動は明確なものとなっておらず、設計に関する基礎的資料が必要とされている。

そこで、継手を有する鋼コンクリートサンドイッチ梁について載荷試験を実施し、継手を考慮した部材耐力や変形挙動に対して検討を行った。

2. 実験概要

トンネル構造体に作用する曲げモーメント、せん断力分布と継手位置の関係を図-1 に示す。実験は曲げ性能に関する試験を6 ケース、せん断性能に関する試験を2 ケースとした。実験ケースを表-1 に示す。試験体形状はいずれの場合も梁高さ 312mm、梁幅 250mm である。鋼板は材質 SM490、板厚 6mm (鋼材比 2%程度)を使用し、コンクリートは早強コンクリートとした。継手は鋼殻継手と接合材(高力ボルト、PC 鋼棒)で構成しているが、鋼殻継手にはガイド機能のみを期待し、接合材で耐力を確保するものである。

曲げ載荷試験の概要を図-2 に、せん断載荷試験の概要を図-3 に示す。曲げ載荷は、純曲げ区間 600mm、せん断区間 1,050mm (せん断スパン比 3.5) の2 点載荷である。せん断載荷は、隅角部付近で継手断面が逆対称曲げを受けせん断力が支配的となることを考慮し、逆対称曲げモーメントが作用するように逆対称4 点曲げによる載荷試験(せん断スパン比 1.0)とした。また、載荷荷重に応じて梁の変位量(たわみ量)を求めるとともに、鋼板およびコンクリートのひずみを計測した。

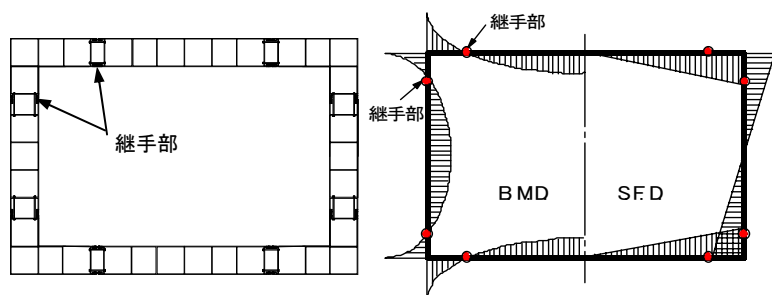


図-1 設計曲げモーメント、せん断力と継手位置の関係

表-1 実験ケース

試験体 No.	コンクリ ート強度 (N/mm ²)	鋼板降伏 強度 (N/mm ²)	継手有無	継手状態	接合材		備考
1	30	325	なし	—	—	—	曲げ載荷
2			あり	突合せ	—	—	
3					高力ボルト	—	
4	50		あり	突合せ	PC鋼棒	緊張なし	
5				噛込み		緊張あり	
6							
7	40		なし	—	—	—	
8			あり	突合せ	PC鋼棒	緊張なし	

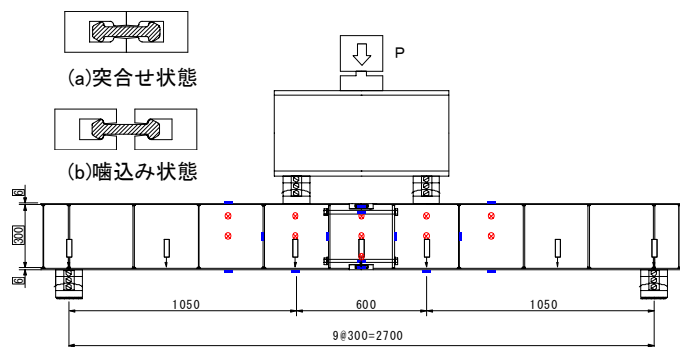


図-2 曲げ載荷試験の概要

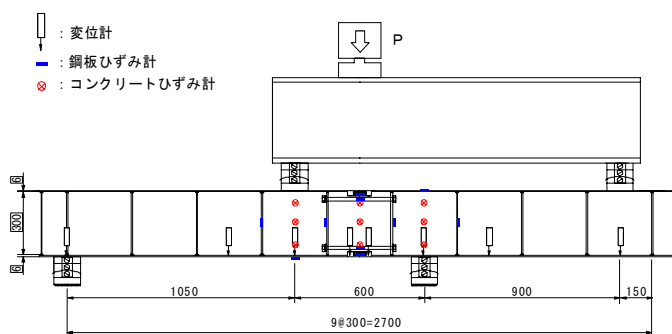
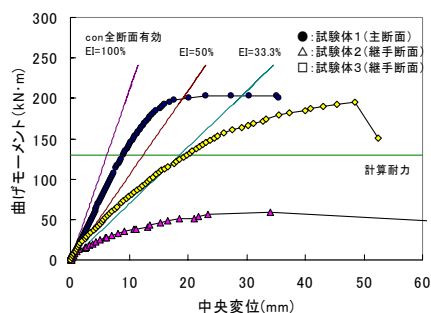


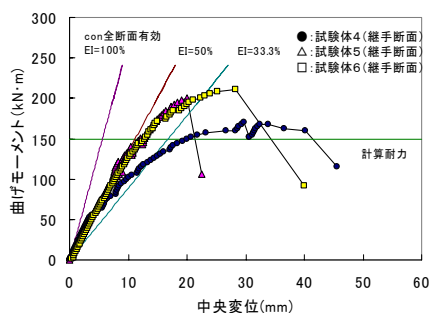
図-3 せん断載荷試験の概要

keywords 鋼コンクリートサンドイッチ, 継手, 曲げ耐力, せん断耐力, 回転ばね, せん断ばね

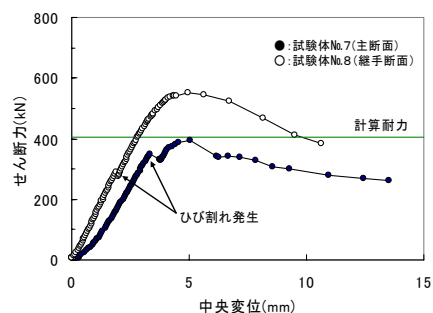
連絡先 〒163-1024 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー24F TEL: 03-5323-3861 FAX: 03-5323-3860



(a)曲げ耐力(case1-3)



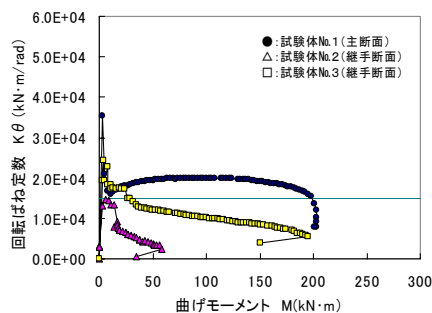
(b)曲げ耐力(case4-6)



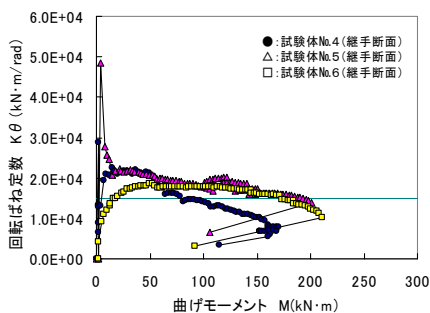
(c)せん断耐力(case7-8)

図-4 曲げモーメントと中央変位との関係

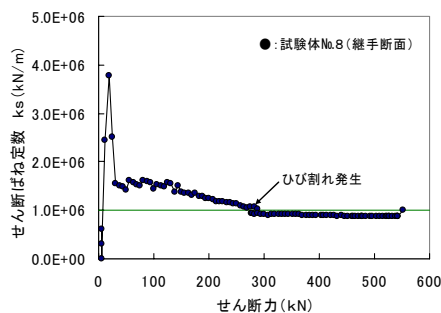
図-5 せん断力と中央変位との関係



(a)回転ばね定数(case1-3)



(b)回転ばね定数(case4-6)



(c)せん断ばね定数(case8)

図-6 回転ばねと曲げモーメントとの関係

図-7 せん断ばねとせん断力との関係

3. 実験結果および考察

曲げモーメント-変位関係を図-4に、せん断力-変位関係を図-5に示す。実験耐力と計算耐力の比較を表-2に示す。計算耐力は、既往のサンドイッチ部材の評価式²⁾を用い算定した。曲げモーメントを受ける部材の設計断面耐力は、①実験値/②計算値が接合材のない試験体No.2を除きすべて1.0を上回る結果となったことから、圧縮側鋼材を無視する単鉄筋断面として安全側に評価できると考えられる。同様に、せん断耐力はせん断スパン比の小さい無筋コンクリートのせん断耐力式²⁾で評価できている。一方、部材剛性は、図-4に示すように継手の影響により継手のない試験体No.1より低下しており、試験体No.5、6ではコンクリート全断面剛性の50%程度であった。ここで、試験体No.3、4の継手状態が突合せの場合は33%程度の剛性低下がみられるが、これはひび割れ発生後に継手金物がコンクリートから剥離した影響によるものである¹⁾。

曲げモーメントと回転ばねとの関係を図-6に示す。回転ばねは曲げモーメントと回転角の関係から求めた。継手断面の回転ばねは、曲げモーメントが20kN・m以上で梁幅0.25m当たり約15,000kN・m/radで安定している。せん断力とせん断ばねの関係を図-7に示す。せん断ばねはせん断力とずれ量から求めた。せん断ばねは梁幅0.25m当たり1,500,000kN/m(ひび割れ発生前)、1,000,000kN/m(ひび割れ発生後)程度であった。

4. まとめ

既往の評価式(鋼コンクリートサンドイッチ指針案)を用いて計算した部材耐力は、実験値をほぼ妥当に評価できることがわかった。また、今回の実験結果より、継手の影響を考慮した部材剛性はコンクリート全断面剛性に対して50%低減させた剛性であることと、継手ばね定数として表-3に示す値が得られた。

参考文献 1)中筋・角田・原田・齋藤・松岡・林：継手を有する鋼コンクリートサンドイッチ部材の曲げ挙動、土木学会第61回年次学術講演会、2006.9 2)土木学会：鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針(案)、1992.7

表-2 実験値と計算値の比較

試験体No.	①実験値 (kN・m)	②計算値 (kN・m)	①/②	備考
1	203.32	149.66	1.36	曲げ耐力
2	58.59	152.34	0.38	
3	195.16	126.23	1.55	
4	170.56	158.97	1.07	
5	201.03	163.03	1.23	
6	210.77	172.98	1.22	
試験体No.	①実験値 (kN)	③計算値 (kN)	①/③	備考
7	394.10	405.32	0.97	せん断耐力
8	552.05	405.32	1.36	

※②曲げ耐力(圧縮側鋼材を無視)
③せん断耐力

表-3 継手ばね定数 (m 当たり)

回転ばね定数 (kN・m/rad)	60,000
せん断ばね定数 (kN/m)	4,000,000