

数値解析による逆対称曲げを受ける鉄骨鉄筋コンクリートはりの耐荷性状評価

山梨大学大学院 学生会員 ○田口 大貴
 山梨大学大学院 正会員 齊藤 成彦
 山梨大学大学院 正会員 佐藤 賢之介

1. はじめに

鉄骨鉄筋コンクリート（SRC）はりのせん断耐力は、単純支持下における SRC はりに基づくのが一般的だが、ラーメン高架橋のはりでは支持条件は両端固定となる。両端固定支持の SRC はりは、単純支持の SRC はりと異なる破壊形態およびせん断耐力を示すと想定され、耐荷メカニズムに関する更なる検討が必要である。

本研究では、コンクリートのモデル化に剛体パネモデル（RBSM）を、鉄骨（鋼板）のモデル化にシェル有限要素を適用した非線形数値解析を用い、両端が固定された逆対称曲げを受ける SRC はりの解析を試みた。実験結果との比較により解析結果の妥当性を検証するとともに、同一形状の RC はりと比較することで鉄骨配置の影響について検討した。

2. 解析概要

2.1 解析手法

SRC はりの鉄骨（鋼板）の変形は連続した伸縮が支配的であるため、要素自体が変形するシェル有限要素によりモデル化する。一方で、コンクリートのような脆性材料はひび割れ発生後に不連続体とし

て挙動するため、材料を離散的に扱う解析手法の一つである RBSM によりモデル化を行う。

2.2 解析モデル

解析対象は、図-1 に示す諸元の SRC はり¹⁾である ($a/d=1.0$)。RC はりは、材料試験結果が若干異なるものの、鉄骨以外は SRC はりと同諸元の試験体であり、鉄骨配置の影響を直接比較することが可能である。解析モデルを図-2 に示す。コンクリートは剛体要素、鉄筋ははり要素でモデル化した。また、鉄骨とコンクリートの接触面には、リンク要素を用いて圧縮力のみを伝えた。接触面のせん断方向には力の伝達はないものとし、摩擦の影響を無視した。材料特性は、表-1 の値を用いた。

3. 実験結果と解析結果の比較

3.1 せん断力-層間変位関係

実験および解析により得られたせん断力-層間変位関係を図-3 に示す。SRC1、RC1 とともに解析の初期剛性は実験値に対して高い結果となったが、SRC1 では最大せん断力は実験と同等の値となった。また、実験と解析ともに鉄骨ウェブ降伏後に多少のせん断力の増加を経て最大せん断力を迎えた。剛性

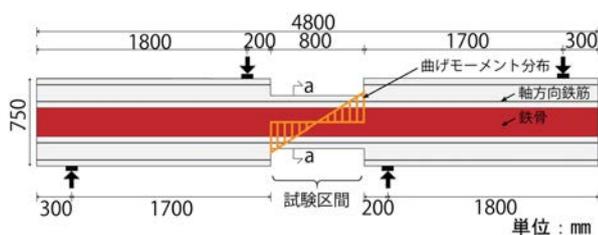


図-1 試験体図 (SRC1)

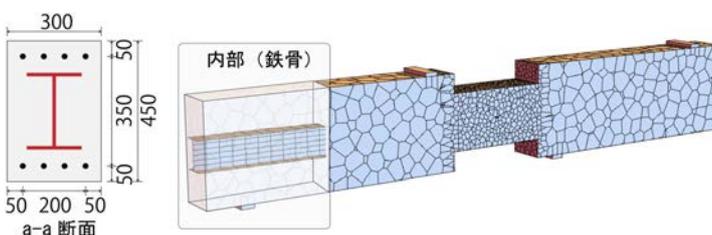


図-2 解析モデル (SRC1)

表-1 材料諸元

	コンクリート	軸方向鉄筋 (D29)		鉄骨(244×175×7×11)	
	圧縮強度	降伏強度	弾性係数	降伏強度	弾性係数
SRC1	25.6(N/mm ²)	970(N/mm ²)	1.8×10 ⁵ (N/mm ²)	334(N/mm ²)	2.0×10 ⁵ (N/mm ²)
RC1	28.6(N/mm ²)	721(N/mm ²)	1.9×10 ⁵ (N/mm ²)		

キーワード 鉄骨鉄筋コンクリート, 数値解析, FEM, RBSM

連絡先 〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院総合研究部 TEL:055-220-8529

が大きく低下した後は、せん断力を維持しながら変形が増大しており、脆性的な破壊は生じなかった。RC1の解析結果は実験結果と比較してせん断力、層間変位ともに小さい値となった。

3.2 ひび割れ性状

図-4、図-5に解析より得られたひび割れ性状を示す。SRC1の表面付近では、試験区間端部での斜めひび割れおよび圧縮縁を結ぶ対角線上に斜めひび割れが発生していることが確認でき、実験結果とよく対応している。一方、鉄骨内部では、鉄骨の存在により鉄骨に沿ったひび割れが形成されていることが確認できる。

RC1は、実験と同様に試験区間端部に斜めひび割れが発生した後、軸方向鉄筋に沿った水平ひび割れが進展していることを確認した。解析では、軸方向鉄筋に沿ったひび割れの発生とともにせん断力が低下しており、実験で観察された圧縮縁を結ぶ対角線上に生じるひび割れを再現できなかった。

3.3 鉄骨配置の影響

図-6に、SRC1の鉄骨（上フランジ）の試験区間におけるひずみ分布を示す。コンクリートの斜めひび割れが進展（B点）後も鉄骨フランジのひずみの増加が確認でき、鉄骨がせん断力を負担していることにより、RCはりのような脆性的な破壊に至らなかったものと考えられることができる。

4. まとめ

本研究では、鉄骨に対してシェル有限要素、コンクリートに対して剛体要素を用い、逆対称曲げを受けるSRCはりの解析を行った。せん断力-層間変位関係については改善の余地があるものの、ひび割れ性状については実験結果とよく対応しており、破壊挙動に及ぼす鉄骨の影響を評価することができた。

参考文献

- 1) 中田祐喜, 渡辺健, 田所敏弥, 岡本大, 池田学, 谷村幸裕: 両端が固定されたせん断スパン比の小さい鉄骨鉄筋コンクリートはりのせん断耐力評価, 土木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造), Vol.72, No.4, pp.440-455, 2016.

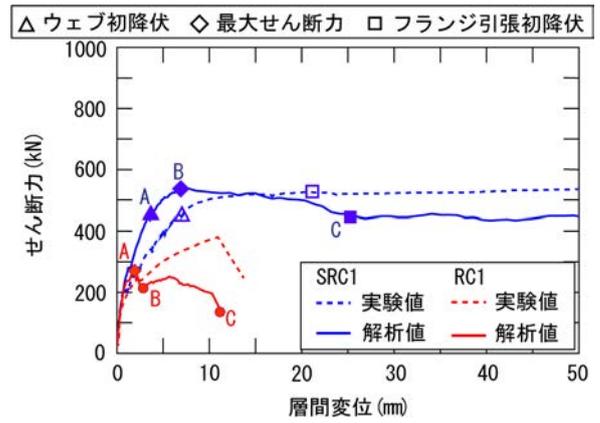


図-3 せん断力-層間変位関係

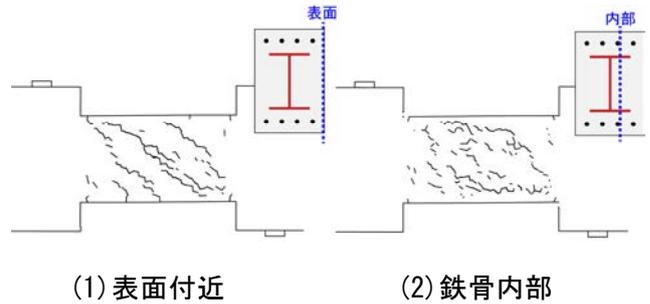


図-4 SRC1 ひび割れ性状 (B点)

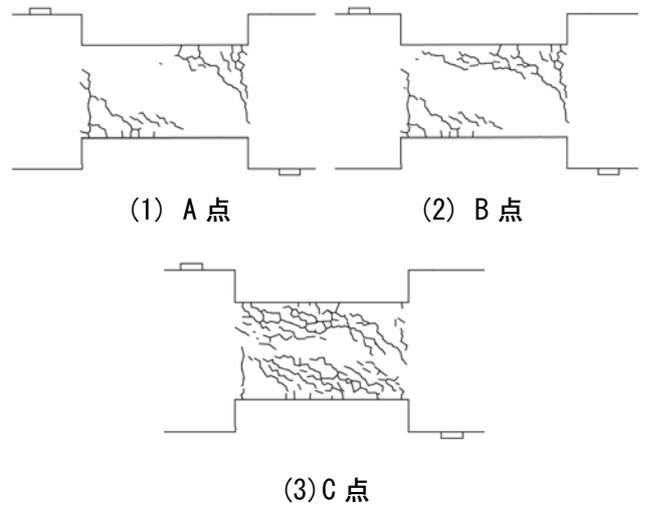


図-5 RC1 ひび割れ性状

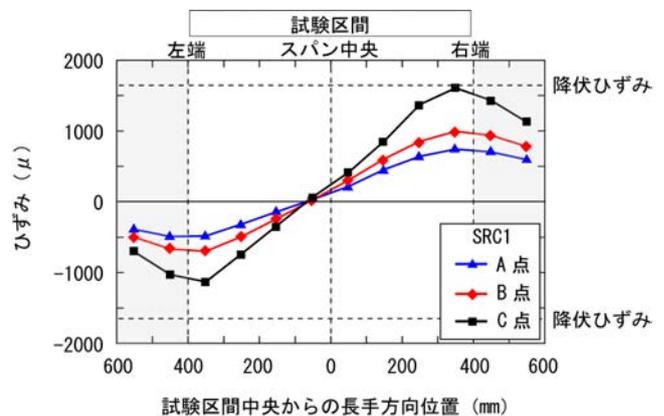


図-6 試験区間における上フランジのひずみ分布 (部材軸方向)