

SRC 部材の破壊メカニズムの検討のための基礎的検討

北武コンサルタント (株) 正会員 ○阿部 淳一
北武コンサルタント (株) 正会員 渡邊 忠朋

1. 目的

SRC 部材は、コンクリートと鉄筋、および鋼要素から構成される複合部材であり、その破壊メカニズムは、コンクリートや鉄筋、鋼要素の塑性化や破壊などが連動、複合して発生すると考えられる。このような SRC 部材の破壊を解析的に検討し、そのメカニズムや耐力、非線形性等を定式化することを本研究は最終的な目的とし、そのための基礎的な検討をこれまで試みてきた。これまでの検討では、SRC 部材内部に配置される鋼要素に着目し、SRC 部材としての鋼要素のモデル化について検討してきた。本論文はこれらの検討結果をもとに、SRC 部材の解析を行い、実験結果との比較からいくつかの検討を行うものである。

2. 解析モデル

本検討で対象とした解析モデルの断面諸元を表-1 に、解析モデル図を図-1 に示す。図は中に配置された鋼要素を表示するため、部分的に RC 要素を控除して表示している。要素のモデル化は RC 要素をソリッド要素とし、鋼要素はシェル要素で構成した。材料非線形は、RC 要素は前川らのモデルとした。鋼要素は弾塑性モデルとし、降伏条件は Von Mises の降伏条件とした。要素はこれまでの検討結果より、試験区間の要素長を、断面の鉄筋配置等を考慮して 50mm 程度となるように分割している。プレート要素と RC 要素は結合しており、ジョイント要素などは設けていない。またプレート要素は基礎的な検討として、初期たわみは設けていない。

本検討では、参考文献の実験供試体を解析的に検討するものである。この供試体は逆対称曲げを模擬しており、本解析においても剛な荷重梁をモデル化し、荷重梁中央から荷重を単調荷重で作用させることにより、逆対称曲げを中央の試験区間に作用させる。解析は、幾何学的非線形性を考慮した解析とし、解析コードは FINAS/STAR を用いた。

3. 検討結果

解析により得られた試験区間のせん断力-相関変形角関係を図-2 に示す。図は参考文献の実験結果のせん断力-相関変形角関係と本解析結果を重ね合わせている。本検討は SRC 梁に対しての検討であるが、鋼材を含まない RC 梁の解析の精度が良くなければ、SRC 梁に対して適切な検討を行うことができない。そのため、まず

キーワード SRC 部材, 破壊, 逆対称曲げ

連絡先 〒062-0020 札幌市豊平区月寒中央通 7 丁目北武第 2 ビル TEL 011-851-3181

表-1 断面諸元

解析対象試験体		RC2	SRC2	
b (mm)		300	300	
d (mm)		400	400	
a (mm)		400	400	
a/d		1.0	1.0	
f'_c (N/mm ²)		27.3	27.3	
軸方向鉄筋	鉄筋径	D29	D29	
	本数	4本	4本	
	降伏強度(N/mm ²)	721	970	
せん断補強鉄筋	鉄筋径	D10	D10	
	組数	1	1	
	配置間隔(mm)	100	100	
		降伏強度(N/mm ²)	390	379
鉄骨	形状	-	244×175×7×11	
	降伏強度(N/mm ²)	-	334	

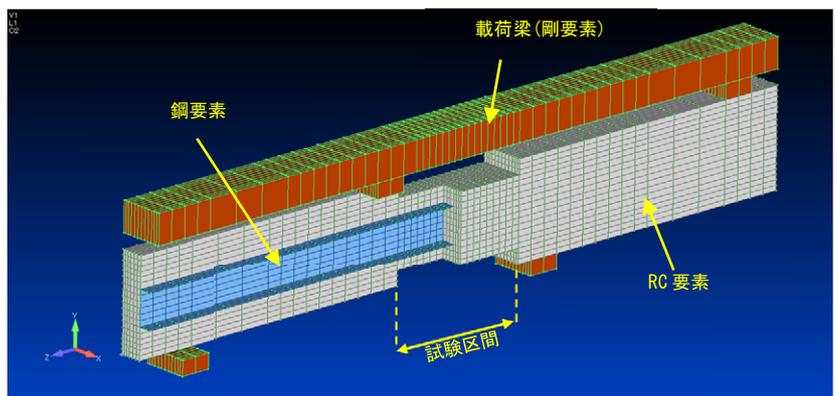


図-1 解析モデル

RC 梁の解析結果を試みた。解析により得られたせん断力-相関変形関係を図-2 の赤線に、対象とした供試体の実験結果を灰色の破線で示す。図のように、RC 梁の解析は実験結果を概ね追従しており、比較的精度の良い結果となっていることが確認できた。次に、SRC 梁の解析結果を図-2 の青線に、対象とした供試体の実験結果を黒色の破線で示す。図のように、SRC 梁の解析結果は、実験結果の最大せん断力を大きく上回る値となっており、また剛性も実験結果より高いことが確認できる。解析の破壊過程は、試験区間に斜め方向のひ

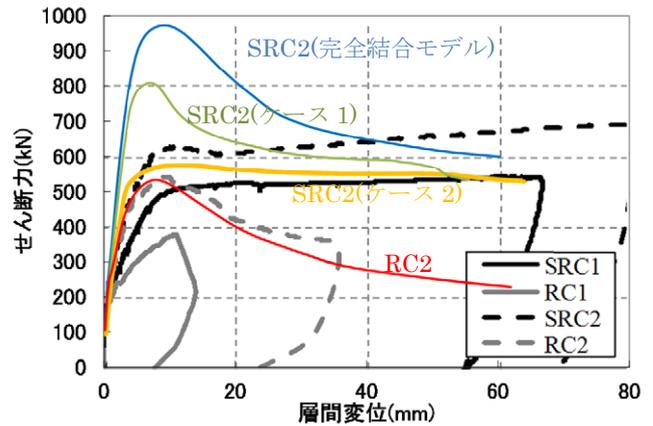


図-2 せん断力-層間変位関係

び割れが発生後、せん断補強鉄筋が降伏し始め、鋼材のウェブが降伏し、その後軟化が生じる結果となった。この破壊過程は、参考文献の実験結果の破壊過程と同様である。しかし、実験結果は上下フランジに沿ったひび割れが上下面コンクリートに生じ、鉄骨と上下面コンクリートの乖離が生じているが、本検討ではこのような現象は生じていない。最大耐力および剛性が実験結果より本解析結果の方が高い要因は、このような破壊過程において鉄骨とコンクリートが乖離するような挙動を追随できていないことが一要因として考えられる。本検討ではこのような鉄骨とコンクリートの乖離を、ジョイント要素を用いて模擬することをいくつか検討したが、解析が不安定となり妥当な解析解が得られ

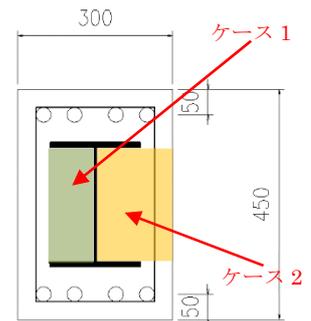


図-3 RC 要素の控除領域

なかつた。そこで、乖離するコンクリートの領域を仮定し、その領域のコンクリートは梁の耐力に寄与しないものと考えて、RC 要素を部分的に控除したモデルを構築して検討を試みた。控除する RC 要素の領域を図-3 に示す。緑色で着色したフランジとウェブに囲まれる領域を控除したものをケース 1、橙色で着色した上下フランジ間のコンクリート全域を控除したものをケース 2 とした。なお、図-3 は表記のため左右それぞれに各ケースの控除領域を示しているが、解析では各ケース共に左右両方のコンクリート領域を控除している。ケース 1 の解析結果を図-2 の緑線、ケース 2 を橙線で示す。図のようにケース 1 では最大耐力が実験結果を上回るが、ケース 2 では実験結果を下回る結果となっている。なお、破壊過程はコンクリートを控除しないモデルと同様に、鋼材のウェブの降伏後に最大耐力となり軟化が生じている。これらの結果より、対象としたような逆対称曲げを受ける SRC 梁の破壊過程においては、鋼材とコンクリートの乖離により、せん断力を負担するコンクリートの面積が減少し、鋼材のせん断力の負担分が増加した結果、全断面有効とした解析の最大耐力よりも小さくなっていると考えられる。これは、設計時における SRC 梁要素の最大耐力や変形性能の算定において、全断面有効とすることや平面保持を仮定することが難しいことが想定される結果であると考えられる。

4. まとめ

本検討では、逆対称曲げを受ける SRC 梁の解析を行い、実験結果との比較を行った。その結果、SRC の破壊過程において、コンクリートの全断面面積がせん断力を負担していないと想定される結果が得られた。今後は解析過程において、せん断力を負担していないコンクリート面積を算定できるように検討を行いたいと考える。なお、本検討は、土木学会 複合構造委員会 複合構造物の耐荷メカニズム研究小委員会（委員長：齋藤成彦 准教授）の皆様より、貴重なご意見を頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- ・中田 裕喜, 渡辺 健, 谷村 幸裕, 岡本 大, 池田 学：逆対称曲げを受ける鉄骨鉄筋コンクリートのせん断耐力に関する検討, 第9回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム, 2011.
- ・岡村甫, 前川宏一：鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則, 技報堂出版, 1991.