

接合目地を有する RC プレキャスト梁の曲げせん断挙動に関する解析的検討

(株) 大林組 正会員 ○鈴木 雄大 正会員 武田 篤史

1. はじめに

接合目地のような不連続面を有する梁において、Z-shape crack と呼ばれるせん断ひび割れの発生とせん断強度への影響が文献 1), 2)において指摘されている。これらの研究は、せん断破壊を意図した疎な配筋の梁を対象として現象を確認しているものである。そこで、一般的な諸元のプレキャスト梁を模擬した 2 次元 FEM 解析により、現象を確認した上で、提案する対策工の有効性を検討した。

2. 解析概要

解析は、コンクリート構造物非線形 FEM プログラム「FINAL」³⁾を用いて行った。解析部材の諸元は、一般的なプレキャスト梁の寸法、配筋を参考に決定した(図 1)。軸方向鉄筋は機械式継手で接続し、側方鉄筋は接続していない。軸方向鉄筋には、ダウエル効果を模すため曲げ剛性を有する梁要素(躯体要素と節点共有)を用い、せん断破壊先行となるよう便宜的に引張鉄筋比を 13.9%に増やした。ただしダウエル効果が過剰とならないよう、曲げ剛性は標準的な配筋量(引張鉄筋比=1.3%)に合わせて設定している。目地は二重節点を接合要素でつなぎ、圧縮応力下でせん断伝達するモデルとした。目地部の引張鉄筋は、引張方向に鉄筋の拔出し効果⁴⁾を考慮したバネ、鉛直方向はせん断降伏応力で塑性化する完全弾塑性バネで接続した。また、圧縮鉄筋は二重節点を剛結した。

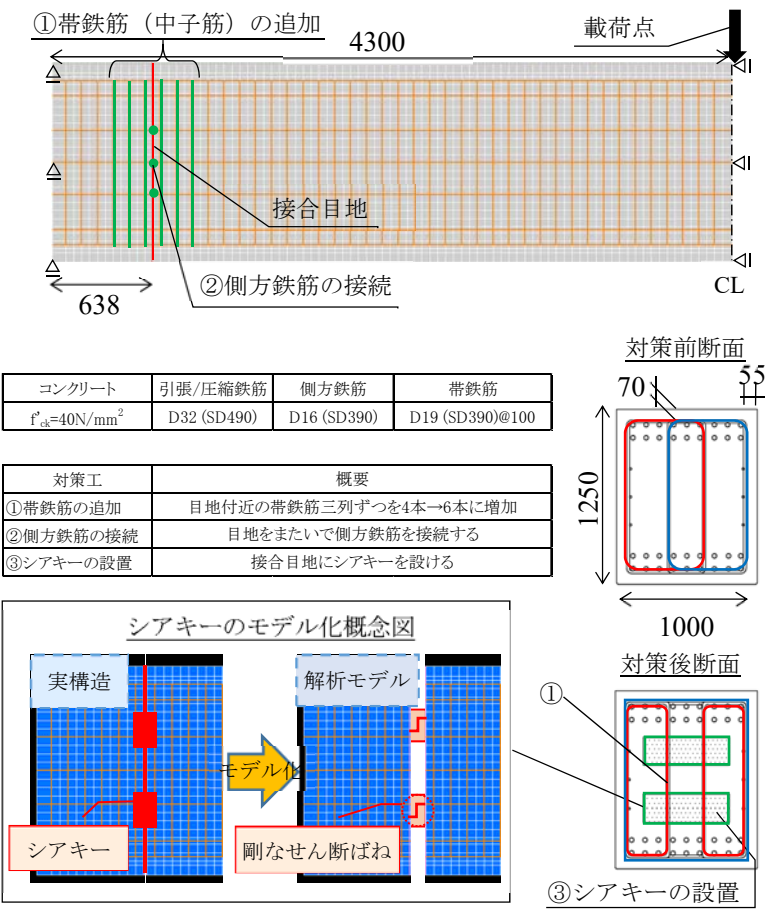


図 1 梁の諸元および検討した対策工

3. せん断耐力に与える接合目地の影響

目地を有する無対策の部材の解析では、最大荷重付近で、既往研究と同様に目地をまたいだせん断ひび割れ(Z-shape crack)が確認された(図 2)。上側の水平ひび割れは最外縁圧縮鉄筋に沿っており、下側は中立軸付近から引張鉄筋にかけて発生した。また図 3 に示すように、目地のない梁に比べ、部材のせん断耐力(最大耐力)が 4 割程度低下した。

4. 対策工のモデル化と解析結果

Z-shape crack の形成によるせん断耐力の低下を改善するために、①目地近傍左右三列ずつの帯鉄筋筋本数増加(中子筋の追加)、②側方鉄筋の目地を

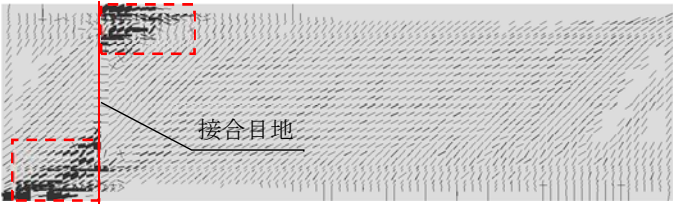


図 2 目地ありモデルのひび割れ図

キーワード プレキャスト、接合目地、せん断、FEM、Z-shape crack
連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 大林組 生産技術本部設計第一部 TEL 03-5769-1305

またいだ接続, ③目地にシアキー設置の3つの対策を想定し, 各対策による向上耐力, 効果発現のメカニズムを検討した。側方鉄筋接続のモデル化は, 引張・圧縮鉄筋と同様とした。シアキーは, シアキーと部材が接触する点に剛なせん断バネを設けた(図1)。

表1に, 各ケース最大耐力と無対策時の最大耐力の差を向上耐力としてまとめた。各対策に有意な効果があり, 特に帯鉄筋の追加(①)で効果的に耐力が向上している。これは, 無対策時に早期に降伏した目地付近の帯鉄筋が追加され, 同じ変位量でも降伏しなくなったことによると考えられる(図4)。また, 側方鉄筋の接続(②)により, 接続した鉄筋のせん断強度の和(約270kN)以上に耐力が向上していることから, 目地部のコンクリートのせん断伝達特性が高まっていることが示唆される。さらに, シアキーの設置(③)による向上耐力は, 側方鉄筋の接続と同程度であることから, ②, ③はともに目地のずれ変形を抑制することで耐力を向上させていると推測される。

各対策の組み合わせを検討すると, 帯鉄筋追加を他の対策と組み合わせたときの向上耐力が, 個別適用時の向上耐力の単純和より大きくなっており, 相乗効果があることが確認できる(表2)。また, 対策後はZ-shape crackが抑制されている(図5)。目地のずれ変形を直接抑制する機能(対策②, ③)が, 鉛直方向に配置された帯鉄筋により補強される(対策①)ことで, 大きな効果が得られたと考えられる。また, メカニズムが同じ側方鉄筋とシアキーの組み合わせ(②+③)は, 相乗効果を発揮しないことも同表から確認できる。

5. まとめ

一般的な諸元のRCプレキャスト梁モデルでFEM解析を実施し, 一般的な諸元の梁でも目地まわりにZ-shape crackが発生すること, および部材のせん断耐力が低下することが確認された。また, 帯鉄筋の追加, 側方鉄筋の接続, シアキー設置の対策を講じることで, 目地のない部材と同等の耐力を確保できることがわかった。曲げせん断耐力比が十分大きい構造物においては, 目地による耐力低下が直ちに部材性能に影響する可能性は小さいと考えられるが, 各対策の効果とメカニズムについて知見を得ることができた。

参考文献

- 1) Fu et al : Influence of sectional pre-crack on shear strength of RC beams, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, 2017.
- 2) 森, 中村ら : 接合目地とモルタル充てん継手を有するRC梁のせん断性状, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, 2017.
- 3) 米澤, 長沼, 江戸 : RC構造部材の三次元繰返しFEM解析手法, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, 2001.
- 4) 鉄道総合技術研究所 : 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物, 2006.

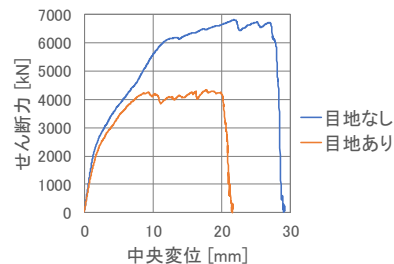


図3 荷重変位曲線の比較

表1 対策別の向上耐力

ケース	対策	最大耐力	向上耐力
		kN	kN
単体	①帯鉄筋	5273.4	+918.1
	②側方鉄筋	4755.3	+399.9
	③シアキー	4916.2	+560.9
組合せ	①+②	5868.6	+1513.2
	②+③	5134.1	+778.8
	③+①	6296.3	+1941.0
基準 ケース	無対策	4355.4	
	目地なし	6812.8	(+2457.4)

無対策時 $\delta=10\text{mm}$ 帯鉄筋追加時 $\delta=10\text{mm}$

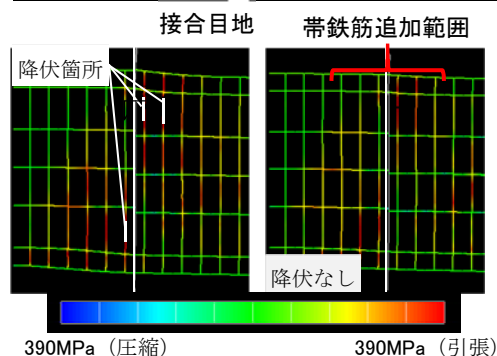


図4 目地付近の帯鉄筋軸力コンター図

表2 対策の相乗効果

向上耐力(kN)	単純和	組合せ	相乗効果
帯鉄筋 側方鉄筋	1318.0	1513.2	195.2
帯鉄筋 シアキー	1478.9	1941.0	462.1
側方鉄筋 シアキー	960.8	778.8	-182.0

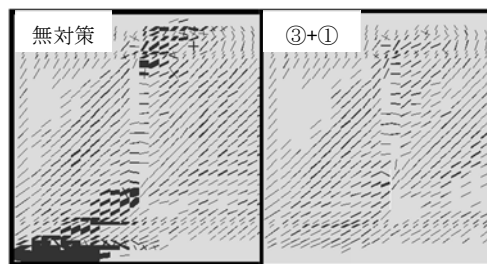


図5 ひび割れ性状の比較(荷重4100kN)