

RC 有孔梁の開口補強法に関する解析的研究
開口際のあばら筋の補強量と降伏強度

An analytical study on reinforcing method of RC beams with opening
Reinforcement amount and yield strength of stirrups beside opening

○月成真隆¹, 田嶋和樹², 長沼一洋²

Masataka Tsukinari¹, Kazuki Tajima², Kazuhiro Nagamuna²

Abstract: Finite element analysis are conducted for investigating reinforcing effects on the shear strength of reinforced concrete perforated beams. The analysis represent well the actual behavior of test specimens with difference in the amount of stirrups beside the opening. Further, the analysis demonstrated that the amount of stirrups affects the shear strength prominently compared with the yield strength of stirrups.

1. はじめに

鉄筋コンクリート造建物では階高を下げ、コストを削減するために梁に設備配管用の貫通孔を設けることが多い。しかし、開口を設けると梁の構造性能は低下し、特にせん断強度の低下が著しいとされている。これまでの研究で、開口際のあばら筋や開口周辺の斜め筋がせん断強度の上昇に有効であることが分かっているが定量的な効果は十分解明されていない。

そこで本研究では、あばら筋による補強を行った RC 有孔梁のせん断破壊実験に対して有限要素法(FEM)による非線形解析を行い、開口際のあばら筋の補強量と降伏強度がせん断強度に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 解析対象試験体

藤井らの実験¹⁾を対象とした解析を行う。試験体はスパン中央に偏心のない1個の開口を有する有孔梁で、孔径は100mm(梁せいの1/3)、荷重方法は逆対称曲げ方式の1方向単調荷重である。Table.1とFig.1に材料諸元と試験体情報を示す。

藤井らは6体の試験体に対して実験を行ったが、ここでは、基本的な性状を把握するためにあばら筋のみで補強されているB-1、B-2試験体を解析対象とする。試験体B-2は試験体B-1対し、開口際のあばら筋を2組束ねて配筋した試験体となっている。

3. 解析モデル

Fig.2に解析モデルを示す。試験体は3次元でモデル化し、対称性を考慮して、梁幅方向の1/2をモデル化した。コンクリートと荷重板は六面体要素、主筋とあばら筋は線材要素でモデル化した。主筋とコンクリー

Table.1 Material properties

Concrete	main bar		stirrup	
$\sigma_B(N/mm^2)$		$\sigma_y(N/mm^2)$		$\sigma_y(N/mm^2)$
28.7	3-D19	434	2-D6	297

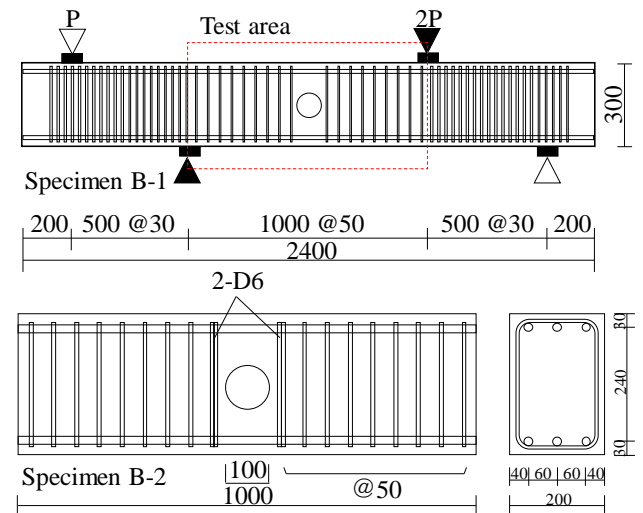


Fig.1 Details of specimens

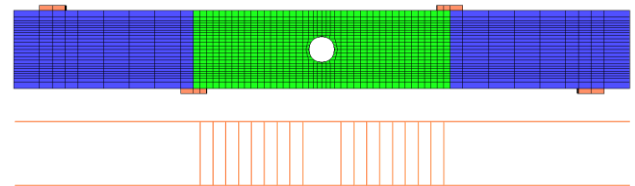


Fig.2 Finite element idealization

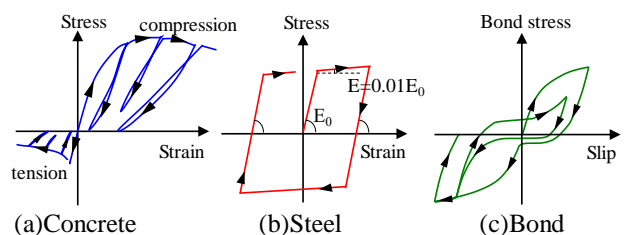


Fig.3 Material constitutive laws

1 : 日大理工・院(前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

ト間の付着すべりは接合要素を挿入することにより考慮した。材料構成則は Fig.3 に示すとおりである。

4. 実験結果と解析結果の比較

Fig.4 に B-1, B-2 のせん断力-変位関係を示す。B-1, B-2 ともに解析結果は実験結果と良好に対応している。また, Fig.5 に B-2 の最大耐力時のひび割れ図を示す。ひび割れ図から解析は実験と同様に開口部の上下でせん断破壊していることが確認できる。B-1 についても同様の結果が得られた。

5. パラメトリック解析

孔際のあばら筋の降伏強度を変動因子としたパラメトリック解析を行う。開口際のあばら筋の補強筋量が B-1 に対して 2 倍の B-2 と $a_w\sigma_y(a_w, \sigma_y)$: 開口際のあばら筋断面積, 降伏強度)が同じになるように, 開口際のあばら筋の降伏強度を B-1 に対して 2 倍の $594(N/mm^2)$ とした仮想解析試験体 B-3 を新たに構築し, 両試験体の比較を行う。

Fig.6 に B-3 の最大耐力時の解析のひび割れ図, Fig.7 に B-1, B-2, B-3 の解析結果のせん断力-変位関係を示す。ひび割れ図より B-3 も B-1, B-2 同様に開口部でせん断破壊していることが確認できる。また, B-3 の最大耐力は B-2 よりも低い値を示した。

Fig.8 に最大耐力時の B-2, B-3 の鉄筋の降伏図を示す。B-3 は B-2 に比べ, 開口際のあばら筋の降伏した要素が少ないことが分かる。このことから, B-2 は鉄筋の降伏が先行し, その後せん断破壊したのに対し, B-3 はコンクリートの破壊が先行したと考えられる。

以上より, B-3 では, あばら筋のひずみが大きくなり, 開口近傍でひび割れ幅が拡大し, コンクリートの破壊が早まり, そのため, B-3 の最大耐力が B-2 に比べて低くなったと思われる。

6. まとめ

実験結果に対して解析結果が良好に対応していることを確認した。また, パラメトリック解析を行い, あばら筋の補強量を増やした場合, 降伏強度を上げた場合では, 補強量を増やした場合の方が最大耐力は上昇することが分かった。

参考文献

[1] 藤井栄, 細川隆, 前田剛, 近藤吾郎: 鉄筋コンクリート有孔梁の付着・せん断破壊, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.3, pp.337-342, 1998

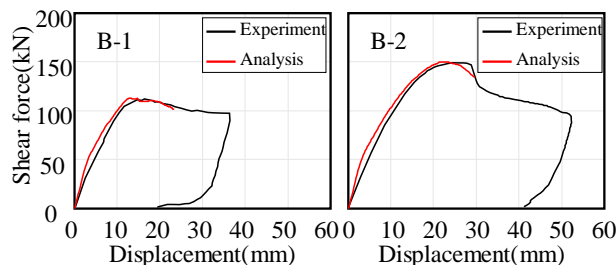


Fig.4 Shear force - displacement relationships

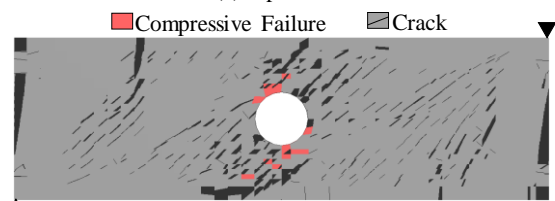
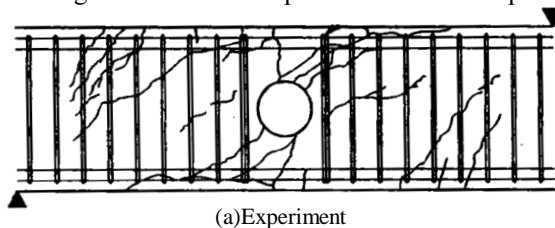


Fig.5 Crack patterns at maximum load(Specimen B-2)

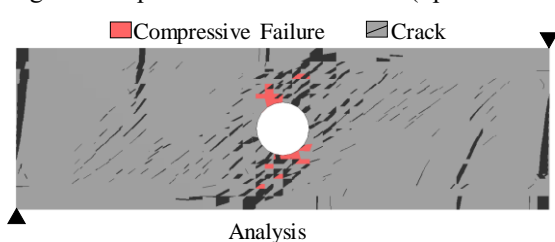


Fig.6 Crack patterns at maximum load(Specimen B-3)

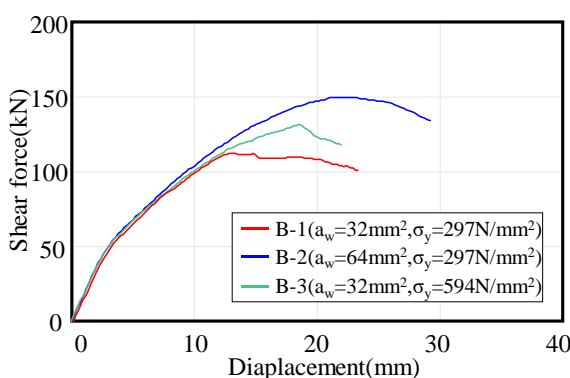


Fig.7 Shear force - displacement relationships(Analysis)

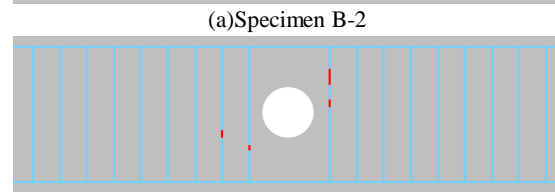
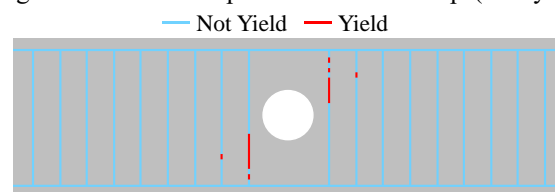


Fig.8 Rebar yielding at maximum load(Analysis)