

プレキャストコンクリート有孔梁の構造性能に関する研究 A Study on Structural Performance of Precast Concrete Perforated Beam

○月成真隆¹, 田嶋和樹², 長沼一洋²
Masataka Tsukinari¹, Kazuki Tajima², Kazuhiro Nagamuna²

Abstract: Precast prestressed concrete perforated beams are analyzed using finite element method. Analysis results represent well the actual behavior of test specimens including shear force-deformation angle relationships and failure modes. Parametric analyses indicate that a precast/monolithic perforated beam with appropriate reinforcements shows nearly same performance with a non-perforated one.

1. はじめに

筆者らはこれまで梁とスタブを一体打ちしているプレストレストコンクリート（以下、PC）有孔梁について実験及び解析を行ってきた¹⁾²⁾。しかし、プレキャスト（以下、PCa）PCの有孔梁については実験及び解析例は少なく、その構造性能は明らかになっていない。

そこで本研究では、あばら筋と開孔補強筋により補強されたPCaPC有孔梁の曲げ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、PCaPCの構造性能の把握を試みた。

2. 解析対象試験体

渡邊らの実験³⁾を対象とした解析を行う。ここではPCaPCの構造性能を把握するため、解析対象試験体はPCaPCである試験体No.8の1体とする。Table1, Table2, Fig.1に材料諸元と試験体情報を示す。

試験体 No.8 は実物の約 1/2 縮尺の断面 300mm×500mm、長さ 1500mm の梁で、両側に加力スタブを有している。スパン中央に偏心のない 1 個の開孔を有する有孔梁で、開孔径は梁せいりの 1/3 で 167mm、開孔はユニット型の既製開孔補強金物、あばら筋によって補強がされている。PC有効率は 0.25 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、梁部分とスタブ、目地モルタル、載荷板は六面体要素、鉄筋を線材要素でモデル化した。グラウトおよびシーすは考慮せず、PC鋼棒のみを線材要素でモデル化した。主筋とコンクリート間、PC鋼棒とコンクリー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。境界面においてはスタブと目地モルタル間、目地モルタルと梁間の両方について、それぞれ同一座標上に異なる節点を設け、接合要素で連結し、境界面の引張強度を 0 に近い値に設定して、境界面が開閉するようにした。材料モデルは文献 1)と同じものを使用した。

Table1 Concrete material properties

Used part	Compressive strength (N/mm ²)	Elastic modulus (kN/mm ²)
Concrete	26.8	28.0
Stub	63.9	-
Grout	86.9	-
Joint mortar	72.0	-

Table2 Steel material properties

Bar type	Used part	Yield strength (N/mm ²)	Elastic modulus (kN/mm ²)
D16(SD345)	Longitudinal bar	392	197
S6(KSS785)	Stirrup	910	186
	Prefabricated hardware		
φ36(TypeB 1)	Prestressing bar	963	201

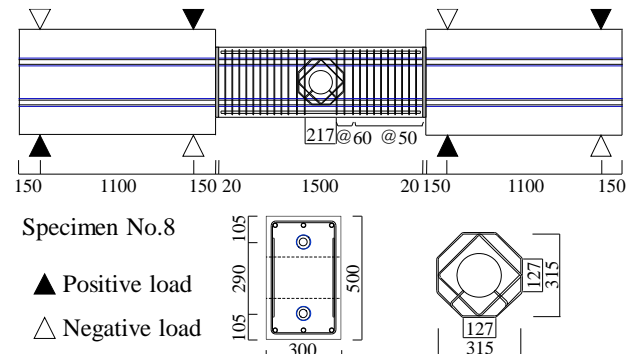


Fig.1 Details of specimens

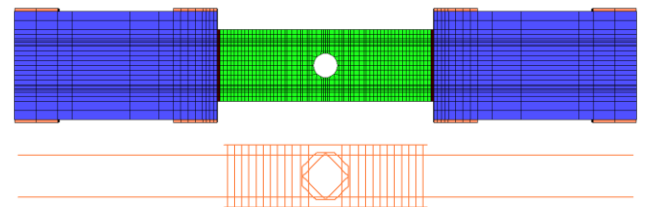


Fig.2 Finite element idealization

4. 実験結果と解析結果の比較

Fig.3に試験体 No.8 のせん断力-部材変形角関係を示す。解析結果は実験結果と良好に対応している。また、Fig.4に試験体 No.8 の最大変形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梁端部が曲げ圧壊していることが確認できる。

1 : 日大理工・院(前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

5. パラメトリック解析

開孔の有無，目地の境界条件を変動因子としたパラメトリック解析を行う。試験体 No.8 に対して開孔を無とした試験体 No.8-1, No.8 に対して PCa ではなく目地のない一体打ちを想定した試験体 No.8-2, また No.8-2 に対して主筋をスタブまで通した試験体 No.8-3 を新たに設定し，各試験体の比較を行う。

Fig.5 に仮想試験体 3 体の最大変形時のひび割れ図，Fig.6 に No.8 と仮想試験体 3 体のせん断力-変形角関係を示す。また，図中には曲げ耐力の計算値⁴⁾を示す。曲げ耐力の線の色は図中のグラフの色と対応している。

Fig.5 より仮想試験体は 3 体とも No.8 と同様に端部が曲げ圧壊していることが確認できた。Fig.6 より解析の最大耐力を計算値と比較すると，解析よりも計算値の方が高い結果となっていることが分かる。これは，計算値は平面保持を仮定して計算しているのに対し，解析では平面保持が成り立っておらず，それが原因で端部が早期に圧壊し，耐力に差が生じたと考えられる。

No.8 と無開孔の No.8-1 の比較を行うと，両者ともに同様の挙動を示していることが分かる。これにより，開孔が十分に補強された有孔梁は無開孔と同等の性能を発揮することが分かる。No.8 と一体打ちを想定した No.8-2, No.8-3 の比較を行うと，No.8-2 は No.8 とほぼ同じ挙動を示した。また，主筋をスタブまで通した No.8-3 は No.8-2 に対して大幅に耐力が上昇した。これにより，PCa も一体打ちと同等の性能を発揮することが分かった。

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，パラメトリック解析を行った。その結果，補強を行った有孔梁は無開孔，PCa は一体打ちとそれぞれ同等の性能を発揮することが分かった。

【参考文献】

- [1] 月成真隆，他：プレストレストコンクリート有孔梁のせん断強度に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.41，No.2，pp169-174，2019
- [2] 月成真隆，他：開孔補強筋を用いたPC有孔梁のせん断強度に関する研究，コンクリート工学会年時論文集，Vol42，No.2，pp.415-420，2020
- [3] 渡邊一弘，他：既製開孔補強金物を用いたプレストレストコンクリート有孔梁のせん断耐力に関する実験的研究（その1 実験概要），日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），pp.777-778，2019.9
- [4] プレストレストコンクリート造建築物の性能評価型設計施工指針(案)・同解説，日本建築学会，2015

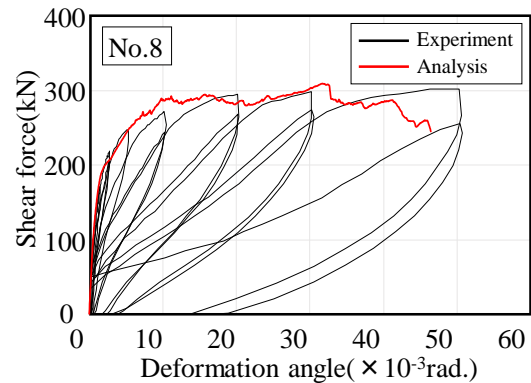
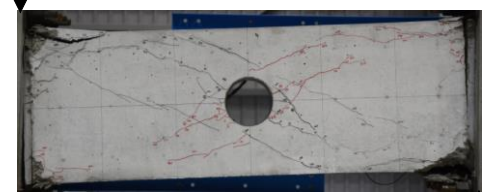
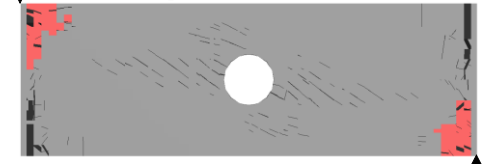


Fig.3 Shear force - Deformation angle relationships



Experiment
Compressive Failure Crack

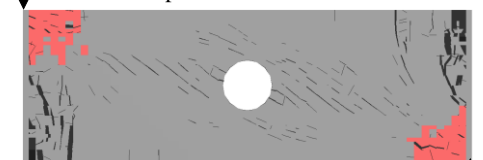


Analysis

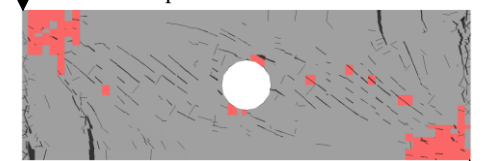
Fig.4 Crack patterns at maximum displacement (No.8)



Specimen No.8-1



Specimen No.8-2



Specimen No.8-3

Fig.5 Crack patterns at maximum displacement (hypotheical specimens)

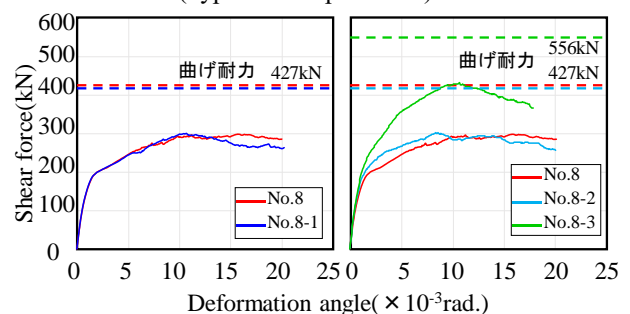


Fig.6 Shear force - Deformation angle relationships (Analysis)