

PC 有孔梁の終局強度に関する実験的研究
(その 2 実験結果)

Experimental Study on Ultimate Strength of Prestressed Concrete Beams with Web Openings
(Part 2 Test Results)

○嶋司靖彦¹, 周郷雄太¹, 内田順子², 浜原正行³

*Yasuhiko Shimaji¹, Yuta Sugou¹, Junko Uchida², Masayuki Hamahara³

This paper described test results on the maximum load, load-drift angle relationship, Last Destructive Situation of Test

1. はじめに

本稿では, 前報(その 1)で示した試験体の荷重 - 部材角関係, 最終破壊状況, 最大荷重について考察を行う。

2. 実験結果

2.1 荷重一部材角関係

Fig. 1 に各試験体の荷重一部材角関係を示す。

C0 シリーズ試験体 $F_c=50\text{N/mm}^2$ の C-2 は, 母材曲げ破壊が先行しており, 紡錘型でエネルギー消費能力に富んだ履歴性状を示している。 $F_c=30\text{N/mm}^2$ の C-1, C-3 は開口部弦材をせん断ひび割れが貫通し, 急激な耐力低下を起こしており, 強度・靱性共に C-2 よりかなり劣っている。

ST シリーズ試験体 このシリーズの試験体は, いずれも開口部束材の破壊が先行した。しかし, これによって開口部弦材が直ちに耐力低下せず, 母材の曲げ終局強度に達した。そのため, 荷重一部材角関係については, いずれも靱性に富んだ, 紡錘型の履歴性状を描いている。

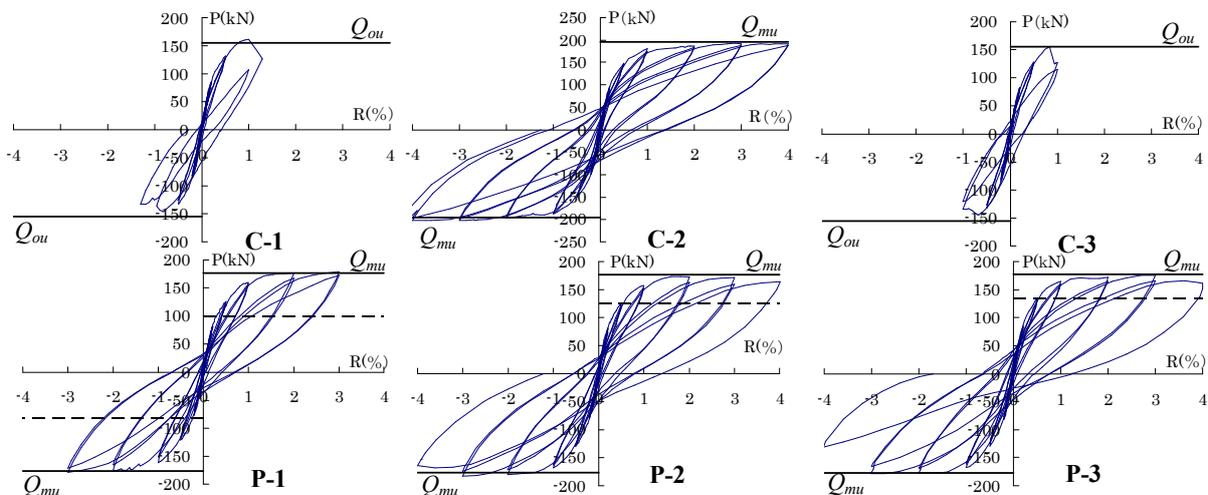
2.2 破壊過程と最終破壊状況

以下に各試験体の破壊過程を示す。また, Fig. 2 に最終破壊状況を示す。

C-1 試験体 Fig. 2(a), C-3 試験体 部材角が約 1.0%, 荷重が約 160kN で開口頂部からせん断ひび割れが発生し, このひび割れが開口することによって, 急激な耐力低下を起こした。このとき, 母材付け根の曲げひび割れは, ほとんど開口していなかった。

C-2 試験体 Fig. 2(b) 正負部材角 0.5%, 正側荷重 147.9kN, 負側荷重 150.7 kN で弦材にせん断ひび割れは入るものの, C-1 に見られたような開口頂部からせん断ひび割れは発生せず, 開口部のせん断劣化による耐力低下も見られなかった。正負部材角 1.0%時に曲げ危険断面近傍のひび割れと圧縮劣化が進行し, 最終的にその部位による曲げ破壊により耐力低下に至った。

P-1 試験体 Fig. 2(c) この試験体は, 正側部材角 0.08%, 負側部材角 0.06%で束材に曲げひび割れが発生した。その後, このひび割れは, 部材角の増加に伴い口を開きながら進展し, 正側荷重 99.5kN, 負側荷重 81.6kNで束材スターラップが全引張となり降伏した。



Q_{ou} : 弦材せん断終局強度 (計算値) Q_{mu} : 母材曲げ終局強度 (計算値) 破線: 束材の破壊荷重 (実験値)

Fig. 1 Load-Drift Angle Relationship

1: 日大理工・院・海建 Graduate Student, College of Science and Technology, Nihon Univ.

2: 日建設計 Nikken Sekkei co, ltd. 3: 日大理工 Nihon Univ.

その後、負側荷重 161.7kN で束材にせん断ひび割れが発生したが、このひび割れによる束材のせん断劣化は見られず、母材の曲げ破壊に至った。この試験体の束材は、後述する P-2、P-3 試験体よりあばら筋量が少なく、曲げ降伏が先行したため、せん断劣化による耐力喪失が起こらず、結果的に母材で曲げ破壊が生じた。

P-2 試験体 Fig. 2(d), P-3 試験体 これらの試験体の束材は、部材角 1~2%でせん断圧縮破壊し、耐力が喪失した。その後は、開口部は束材のない長方形開口として挙動した。すなわち、弦材のせん断ひび割れの開口、開口隅角部の圧縮劣化が顕著となった。また、母材の圧壊領域が母材付け根部位から開口部に向けて広がっていった。

以上より、束材あばら筋量が補強限界に等しい P-2、1.5 倍の P-3 は、せん断破壊によって束材の耐力を喪失するため、補強限界の 0.5 倍の P-1 と比較すると、束材の劣化が有孔梁の挙動に悪影響を与えることが分かる。

3. 終局強度に対する検討

Table 1 は最大荷重の実験値および文献 3) の手法より求めた母材終局強度 Q_{mu} 、開口部弦材終局強度 Q_{ou} 、束材終局強度 Q_{pu} の一覧及び計算精度を示したものである。

開口高さ梁せい1/2のCOシリーズの試験体の実験値/計算値は 1.00~1.07 の内に収まっており、弦材のせん断耐力、母材の曲げ耐力ともに計算精度は比較的良好である。また、破壊部位の実験結果は、計算から求めた弦材終局強度、母材終局強度のうち小さいほうの値に対応している。

束材のせん断補強筋を要因とした ST シリーズの試験体は、いずれも束材終局強度が最小となっており、計算値が実験値を過小評価している。これは束材破壊が先行し耐力を喪失した後も、弦材が耐力を保持したためである。ただし、実験から得られる最初の破壊部位は、束材であり、計算結果に良く対応している。

4. まとめ

1) 前報(その1)1節で述べた設計法は、円形開口で高さを梁せいの 1/2 に設定した試験体の終局強度だけでなく破壊部位も正確に推定できた。

2) 束材内に補強限界以上のスターラップを配置すると束材が脆性破壊し、開口部弦材の破壊を誘発した。これらの試験体の実験から得られる最初の破壊部位は、束材であり、前報(その1)1節の設計法による計算結果に良く対応していた。

【参考文献】

- 1)日本建築学会：プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説，1998年11月，pp240-251
- 2)全国官報販売共同組合：PC造技術基準解説及び設計計算例，2009年9月
- 3)浜原ほか：PC有孔梁の終局強度と設計法 Journal of Structural and Construction engineering vol75(2010)，No.654 pp.1509-1516
- 4)ACI Committee 340：”Design Handbook, Vol. 1, Beams, One-Way Slabs, Brackets, Footings and Pile Caps, in Accordance with the Strength Design Method of ACI 318-89”, ACI Publication SP-17 (1991), p361

Table 1 Maximum Load and Ultimate Strength

試験体	計算値 (kN)			実験値 Q_{max} (kN)	実験値 / 計算値	計算から求まる破壊部位
	弦材 Q_{ou}	束材 Q_{pu}	母材 Q_{mu}			
C-1	155.6	-----	182.7	161.2	1.03	弦材
C-2	235.9	-----	189.3	202.8	1.07	母材
C-3	155.6	-----	182.7	155.8	1.00	弦材
P-1	228.8	51	173.6	179.3	3.52	束材
P-2	228.8	100.1	173.6	183.4	1.83	
P-3	231	118.6	174.2	179.0	1.51	

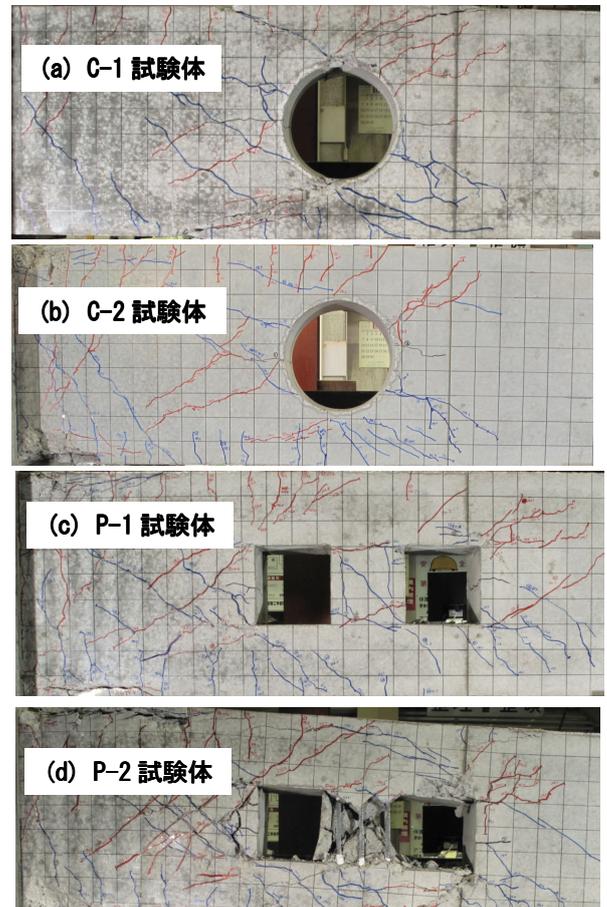


Fig. 2 Last Destructive Situation of Test