

PC 有孔梁の終局強度に関する実験的研究

(その 1 実験概要)

Experimental Study on Ultimate Strength of Prestressed Concrete Beams with Web Openings

(Part 1 Outline of Tests)

○周郷雄太¹, 嶋司靖彦¹, 内田順子², 浜原正行³

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

Reversed cyclic loading tests were performed on six prestressed concrete beams with web openings to investigate the effects of sizes and shapes of openings. In this paper Outline of the tests were described and the modes of failure of test beams were shown

1. はじめに

近年の建物のハイテク化等に伴い、建築コストに占める設備コストの割合が増加の一途をたどっている。そのため、梁にできるだけ大きな開口を設け、設備配管機器を梁貫通させたいという設計・施工サイドからの要求が高まっている。しかし、プレストレストコンクリート(以下、PC)規準は、開口部上下の材(以下、弦材)の耐力をトラス作用のみで評価していること、開口高さを梁せいの 1/3 に制限していること、開口間隔に対する理論づけがされていない等の問題を有しており、これらの要求を満足しているとは言い難い。

当研究室は、上記の問題点を緩和するため、200 体の実験試料に基づいた以下に示すような PC 有孔梁の設計法を提案した³⁾。

a) 開口高さを梁せいの 1/2 まで許容し、弦材のせん断耐力は、トラス機構とアーチ機構の和で評価し、さらに、円形開口と矩形開口の対応関係についても明記した。

b) アーチ機構を用いた開口間の材(以下、束材)の設計法を提案した。

しかし、上記の実験資料の中で、開口高さを梁せいの 1/2 としたものは、いずれも矩形開口であり、さらに、その中でも、母材破壊したものは極めて少ない。また、上記 b)を用いて、束材がせん断破壊しないように設計した試験体が、束材でせん断破壊するという問題も生じた³⁾。

本研究は、上記の設計法 a)を用いて設計した開口高さを梁せいの 1/2 とした円形開口を有する 3 体の試験体、b)を用いて決めた束材のせん断補強筋量を要因とした 3 体の試験体に対し正負繰り返し載荷実験を実施し、これらの試験体の挙動を実験的に検討するとともに、上記の問題点の解明を図ろうとするものである。

2. 実験概要

2.1 試験体の概要

本実験はコンクリート強度と開口位置を要因とした 3 体の試験体からなるシリーズ(以下、CO シリーズ)と束材のせん断補強筋量を要因とした 3 体の試験体からなるシリーズ(以下、ST シリーズ)から構成されている。CO シリーズは、直径が梁せいの 1/2 の開口を有しており、前述 a)を用い、高強度コンクリート試験体が母材、残り 2 体が開口部で破壊するように設計した。

ST シリーズは、いずれの試験体も開口形状は正方形とし、開口高さと同じ開口部束材のせいはいずれも梁せいの 1/3 に設定した。試験体の束材スターラップ量は、前述 b)によって規定される補強限界の 50%, 100%, 150%に設定されており、いずれの試験体も、束材破壊が先行するように設計されている。

Table 1 と Table 2 および Fig. 1 に CO シリーズと ST シリーズの試験体概要を示す。

Table 1 Test Beams in CO series

試験体	F_c (MPa)	r (mm)	想定 破壊部 位	共通因子, 記号
C-1	30	675	弦材	開口形状= 円形 開口高さ= 梁せい/2 F_c =コンクリート設計強度 r =載荷点-開口中心間距離
C-2	50	675	母材	
C-3	30	900	弦材	

Table 2 Test Beams in ST series

試験体	束材スターラップ		T_{wlim} / T_{wy}	共通因子
	配筋	a_{wg} (mm ²)		
P-1	3-□D6	192	0.48	想定破壊部位=束材 開口形状=正方形 開口高さ=束材せい =梁せい/3
P-2	3-□D10	428	1.08	
P-3	4-□D10	570	1.44	

a_{wg} =束材スターラップ 総断面積 T_{wy} =束材スターラップ の総降伏荷重
 T_{wlim} =束材スターラップ の補強限界引張力=0.15× F_c ×束材断面積

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・教員・海建 Nihon Univ.

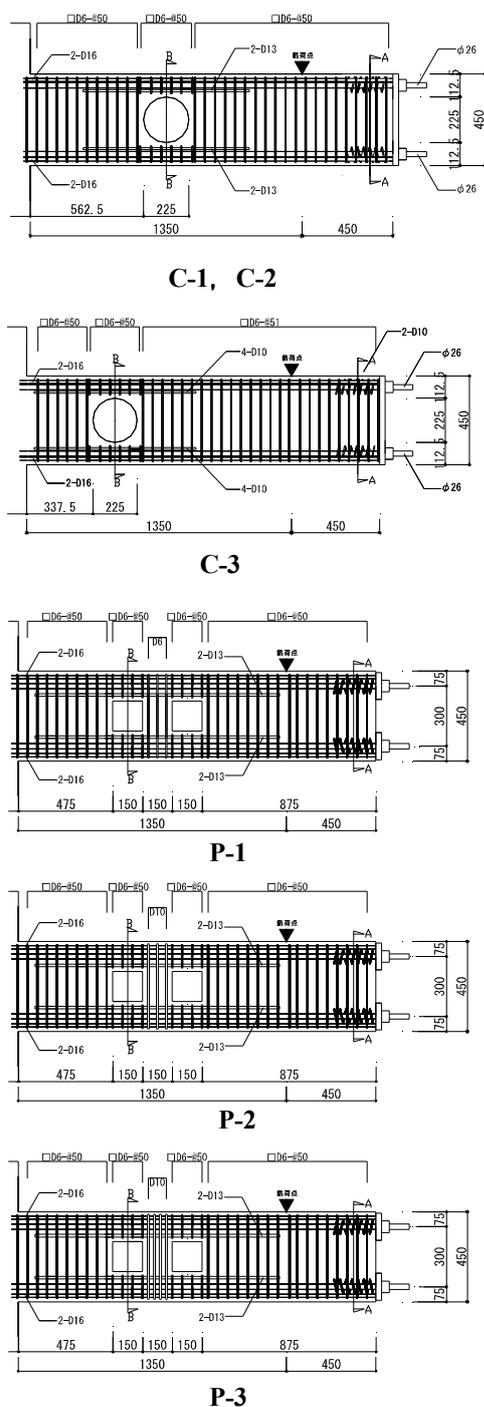


Fig. 1 Detail of Test Beams

2.2 実験方法

載荷装置 載荷は Fig. 2 に示すような片持梁形式とし、自由端側を 200kN くし型ジャッキにより加力した。

変位の測定装置 変位 δ は載荷点で、検長 200mm、精度 1/50mm の電気式変位計で計測した。部材角 R は変位を載荷点から試験体基部までの距離 a で除した値とする。

載荷ルール 載荷ルールは、初期ひび割れ発生荷重で正負 1 回繰り返す、部材角 1/500 を基準部材角とし、その 1, 2.5, 5, 10, 15, 20 倍の変位振幅で正負 2 回繰り返すものである。

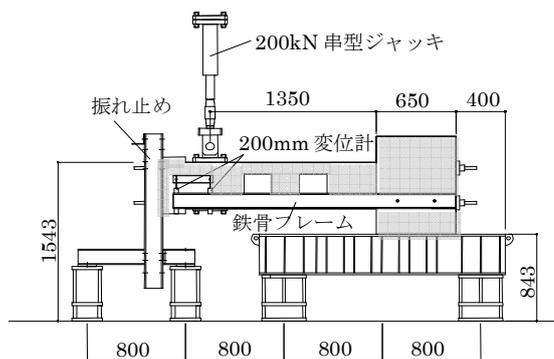


Fig. 2 Test Setup

2.3 材料試験結果

Table 3 にコンクリートの調合表, Table 4, Table 5 にコンクリートと鋼材の材料試験結果を示す。

Table 3 Mixture of Concrete

F_c (MPa)	W/C (%)	単位重量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	混和剤
30	55.3	189	342	868	843	3.42
50	35.7	176	493	758	864	5.85

F_c =設計強度, W =水, C =セメント, S =細骨材, G =粗骨材

Table 4 Mechanical Properties of Concrete

試験体	圧縮強度 (MPa)	割裂強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)
C-1, C-3	30.3	2.42	27.9
C-2	60.7	3.20	35.5
P-1, P-2	31.5	2.48	27.5
P-3	32.9	2.74	26.1

Table 5 Mechanical Properties of Steel

径	材種	用途	σ_y (MPa)	σ_{max} (MPa)	E (GPa)
D6	SD295	母材, 弦材束材スターラップ	318.8	514.6	181.1
D10	SD295	束材スターラップ	364.8	518.3	194.5
D13	SD345	開口部軸方向補強筋	354.3	512.6	202.9
D16	SD345	主筋	367.7	596.9	204.4
$\phi 26$	B種1号	緊張材	1035	1128	200

記号 σ_y =降伏強度, σ_{max} =引張強度 E =ヤング係数

3. まとめ

開口位置と開口形状及び、開口寸法の異なる試験体の概要を示した。

【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