

日本構造橋梁研究所 正員 工博 猪股俊司
 芝浦工業大学 正員 O加藤茂美
 芝浦工業大学 正員 石井忠二郎

1. まえがき

従来土木構造物としてのPC部材は多く単独桁として使われていたため耐震性の問題はそれほど重要視をななかったが、不静定部材も数多くなった現在では、基本問題として振動状態を説明する必要性は大きい。本報告はPC部材の耐震性に関する基本的資料をえるために、RC桁とPC桁について正負の曲げモーメントが作用したときの挙動すなわち荷重と変位の関係、ductility factor(塑性率)等を実験的に比較検討することを目的としたものである。

2. 実験概要

使用材料は小野田早強ポルトランドセメント、多摩川産細、粗骨材、 $\phi 6$ のSS50普通丸鋼($\sigma_{fy}=379 \text{ kg/cm}^2$)、 $\phi 9$ 、 $\phi 16$ のSS41普通丸鋼($\sigma_{fy}=33.9 \text{ kg/cm}^2$)および $\phi 12$ のPC鋼棒($\sigma_{fy}=126 \text{ kg/cm}^2$)である。

製作した供試体本数はRC桁2本、PC桁2本(いずれもフルプレストレス)で設計荷重値(正位置---1,000kg、逆位置---500kg)をほぼ同一として断面寸法を図-1に示す通りに決めてある。

RC桁は単体として製作したがPC桁は水平、垂直各部材を分けて製作後にモルタルで接合したものである。有効プレストレスは計算によると正位置の状態では $\sigma_{cpe}=24.6 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\sigma_{tpe}=102 \text{ kg/cm}^2$ となる。

またコンクリートの配合および圧縮強度は表-1の通りである。試験方法は図-1に示すように、スパン260cmの単独支持と垂直部材頂面に集中荷重を加えるような型式の繰返し載荷方法とより載荷中り桁のたわみ、および回転角を $1/100$ ゲイアルゲージで測定した。繰返し荷重は、まず正位置で3回荷重段階の定荷重値(設計荷重)まで加え、荷重除去後桁を反転させ逆位置で定荷重値(設計荷重)まで載荷した。このサイクルを各荷重段階(表-2参照)毎に3回づつ行った。

3. 実験結果とその考察

荷重～変位曲線について：図-2は測定された荷重～たわみ曲線、荷重～回転角曲線である。ここでこれらの曲線で囲まれた面積は外部からの入力エネルギーの一部が歪エネルギーとして貯えられた量と等しいから、これがこの履歴曲線の内部面積の大小の比較は耐震的には外力の振動エネルギーを吸収し減衰作用の効率が効果的になされるかどうかを検討する要となる。

図-1 供試体寸法および載荷方法

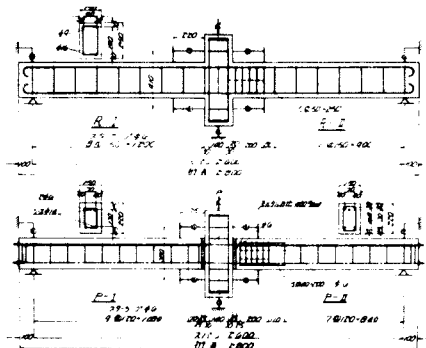


表-1 コンクリートの配合および圧縮強度

種類	配合法	スパン (mm)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	M/C (%)	S/A (%)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)	28日 圧縮強度 (kg/cm ²)
RC用	25	5~7	180	300	60	06	862	1028	38.3
PC用	25	5~7	185	430	43	04	769	999	52.5

表-2 載荷荷重表

荷重 段階	荷重 割合	最大荷重(kg)	荷重 段階	荷重 割合	最大荷重(kg)
		正位置			逆位置
1	1.0	1900	7	2.3	1150
2	1.2	2280	8	2.6	1300
3	1.8	2660	9	2.9	1450
4	1.6	2040	10	3.2	1600
5	1.8	3020	11	3.6	1800
6	2.0	3800			

図-3は荷重-回転角曲線における、R-1
 桁の各1荷重段階ループ面積を1とした場合
 の各ループ面積の指標を示したものである。
 これらの図によるとPC桁はRC桁に
 くらべて振動エネルギーの吸収量が少なく、
 特にひびわれが発生する以前の低荷重段階
 (設計荷重の2倍値まで)では、ほとんど
 弾性的な状態を示している。このことは前述
 の如く構造物の塑性な状態を利用して振動エ
 ネルギーを吸収させ耐震性の向上をはかろ
 うとする観点からはPC部材はいささか不
 利と考えられようが、部材の破壊近くでは
 PC桁の方がRC桁よりエネルギーの吸収
 は大となっており、したがって同一設計荷
 重に対しての現行の設計方法(鉄筋コン
 リートでは $\sigma_{ra}=1600\text{ kg/cm}^2$ 、PCではフルプレストレスとした場合)
 によって設計された場合には耐震と特別な難点はないものとも考
 えられる。

Ductility factor(塑性率)について：前項とは別の観点から耐
 震安全の尺度として部材の最大変位(X_m)あるいは終局変位(X_u)と
 降伏変位(X_y)との比すなわち ductility factor $\mu = \frac{X_m}{X_y}$ or $\frac{X_u}{X_y}$
 がある。測定結果の荷重-たわみ曲線から弾塑性境界を推定し X_y を
 求め、また測定された最大たわみ量を X_m と定め μ を求めると表-3
 の通りとなる。一般に耐震安全性の上からは μ 値は2~5以上必要
 であるといわれている。したがってこの観点からはRC桁、PC桁
 とともに十分な値を示しているが、PC桁はRC桁よりも μ の値は大
 きく示され耐震上安全有利といえる。もっともこの値は桁の破壊荷
 重とも関連することであり本実験のように同一設計荷重としたた
 めに破壊荷重が相違している場合には一概に断定することはできな
 いので今後破壊荷重を同一としたRC桁、PC桁についての実験
 を引き続き実施する必要があると考えている。

4. おまけ

今回の実験は動的載荷のかわりに静的繰返し載荷を行っており
 て実際の構造物の耐震解析用資料としては疑問があるし、資料扱いに
 おいてもなお不十分なところがあるので、こゝで直ちに結論することは難し
 いが一応振動に対する性
 状がつかめたものと思われる。

図-2

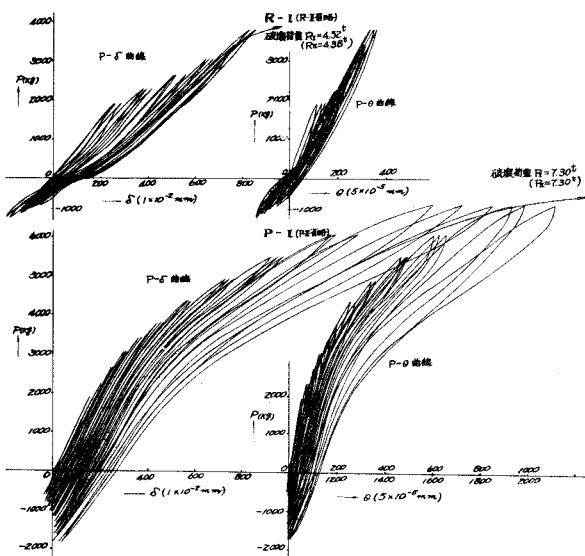


図-3

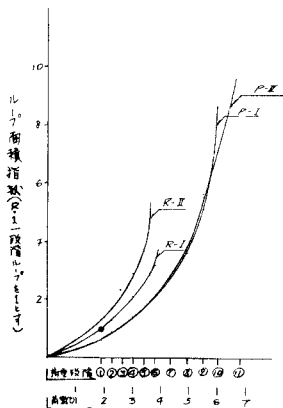


表-3 μ 値

試験桁	降伏変位 (mm)	最大変位 (mm)	μ
R-1	255	1551	6.1
R-2	260	1389	5.3
P-1	200	2186	10.9
P-2	210	2139	10.2

※上記 μ 値は実験後の最大たわみ値の X_m が
 小さいから求めているので、実際の値はそれ
 よりむしろ大きい筈である。