交番載荷実験に基づくPC箱桁の復元力特性の提案

九州大学大学院	フェロー	大塚久哲	九州大学大学院	正会員	矢葺 亘	
オリエンタル建設(株)	正会員	角本周	八千代エンジニャ	ァリング (株)	正会員	岡田稔規
(株)富士ピー・エス	正会員	堤忠彦	九州大学大学院	学生会員	浦川洋介	

1. はじめに

PC部材の履歴モデルに関する既往の研究¹においてはRC部材によく用いられる武田モデルをもとにした復元力特 性が提案されている .これらのモデルでは主に、PC鋼材量や鉄筋量で決定される終局時の鋼材の耐力分担率をパラ メータとした除荷時の剛性変化に着目している.また、PC部材の復元力特性はRC部材の復元力特性に比べ原点指向 性が強く、エネルギー吸収能は低いが、残留変形が小さいため変形性能に優れているといったPC部材の特徴を表現す るものとなっている.

本研究で対象とするPC桁では、断面形状やPC鋼材の配置が対称であるPC橋脚とは異なり、断面によっては鋼材 が偏心配置されることや、張出し床版を有する形状の影響により骨格曲線が正負非対称となる特徴がある.

本文は、PC箱桁模型供試体の正負交番載荷実験の結果とPC部材に関する既往の研究成果を基にPC箱桁の復元力 特性を提案したものである.

2. 実験結果

供試体は1室箱桁断面形状とし、プレストレス導入度、鋼材の偏心や付着に着目し全12ケースについて実験を行っ た.これら全ケースの実験結果は文献2)で詳しく述べている.このうち本文ではRC供試体およびPC鋼材を軸力配置 した供試体の5ケースを対象とした.表-1に検討ケースを、図-1にL01,L02の断面図を示す.図-2にL01,L02の実 験結果を示す.L01(RC)は鉄筋降伏後の剛性低下が著しく、除荷剛性はほぼ一定で残留曲率が大きい典型的な紡錘型 の履歴形状を示した.一方、L02(PC)では除荷時の剛性が低下し、原点指向性が強く、RCに比べ残留曲率は小さく 表-1 検討ケース なる.

3. 履歴モデルの提案

3.2 履歴ループの特徴

本実験で得られた結果をもとに、その 特性を踏まえた履歴モデルを提案する.

まず既往の研究成果からPC部材の復

元力特性に影響を与えるとされる、PC鋼材量と鉄 筋量に関係するパラメータとして、終局時の耐力分 担率 を次式で定める.

 M_{pu} $\lambda =$ $M_{su} + M_{pu}$

ここに、 M_{pu} は引張り側 P C 鋼材が負担する曲げ耐力 , M _{su} は引張り側鉄筋が負担する曲げ耐力であり、 R C部材では = 0、純PC部材では 1.0となる.表-1には、5つの供試体の -600

値を併記している. 本提案モデルで は、まず減衰定数および残留変位をこの 耐力分担率 と塑性率μの関数として実 験結果より決定した 次に実験供試体の 🖁 ループ形状をもとに除荷曲線の近似関数 薑 を求めるが、この関数は、 および除荷 開始時の山から得られた減衰定数トで決 定されたループ形状とし、かつ、規定し た残留曲率 rを通るものとする また、



供試体名	構造	フレストレス (MPa)	PC鋼材の本数と位置	PC鋼材の配置	備考	(押/引)
L01	RC	-	-	-	L02と終局耐力を同等に設定	0.0/0.0
L02	РC	3.6	6本(全内ケーブル)	軸力配置	標準モデル	0.61/0.52
L05	"	6.0	10本(〃)	"	プレストレス量をL02の5/3倍	0.73/0.61
L10	"	2.4	4本(〃)	"	プレストレス量をL02の2/3倍	0.52/0.41
L11	"	4.8	8本(〃)	"	プレストレス量をL02の4/3倍	0.69/0.57





図-1 供試体断面図 (左図:L01,右図:L02/単位mm)



図-2 実験結果 (左図:L01,右図:L02)

履歴カーブのうち、近似関数で規定する範囲はM=0までとし、その後は過去の最大経験点を目指して直線で進むこと とする.提案する履歴ループの概念図を図-3に示す.

履歴カーブの形状を実験結果から抽出し、式(1)で近似できるものとした.

キーワード: PC箱桁、復元力特性、交番載荷実験

連絡先:〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1工学部本館 TEL:(092)642-3266

p, qは実験定数で、実験結果 から p = 26, q = 0.9に設定し た.上の関数 y_1, y_2 の配分比C を減衰定数 h にて決定するこ ととした.配分比 C と等価減 衰定数 h の関係は式(2)で表さ れる.ここに $_1, __2$ は p, qにより決まる定数である.

 $2 \cdot \alpha_2$





.....(2) 3.2 残留曲率

既往の研究成果によれば残留曲率 ϕ_r は武田モデルでの除荷剛性 K_r により決定される残留曲率 ϕ_{rc} と耐力分担率 により求められる としているが、本研究では既往の研究で提案されている残留変位規 定式の に補正係数 を乗じた式(3)を提案する.

このの値はµによって図-4の印のように変化している.こ こで実験より得られた¢,を表現するためにを式(4)のようにµ の関数で表すこととした.図-4の実線は、この関数を描いたもの かである残留曲率算出におけるは正負交番載荷の平均値とした.

 $\phi_r = (1 - \alpha \cdot \lambda) \cdot \phi_{rc} \qquad \dots \dots (3)$ $\alpha = f(\mu) - 6.4125 \times 10^{-7} \mu^6 + 4.7480 \times 10^{-5} \mu^5 - 1.3884 \times 10^{-3} \mu^4$

+0.0200µ³ -0.1421µ² +0.4112µ +1.0064(4)
上の(3),(4)式を用いて算出した残留曲率φ_r と実験結果で得られた残留曲率の比較の一例(L02)を図-5に示す.

この図より ϕ_r は精度良く表現できていると言える.

3.3 等価減衰定数

等価減衰定数hを塑性率 μ と耐力分担率の関数として式(5)で 表現することとした.

式(5)を用いて算出した等価減衰定数と実験結果から求めた等価 減衰定数が一致するように、対象とした5供試体に対し係数A,Bを 求めたところ、を変数とする直線で表わせた(式(6)). $A = -0.3839 \cdot \lambda + 0.3529$ $B = 0.9521 \cdot \lambda + 0.0579$ (B 0.4のとき B=0.4) $\left. \right\}$...(6)

図-6に式(5),(6)を用いて算出した等価減衰定数(線)と実験結 果から求めた等価減衰定数(プロット)との比較を示す.

0.3

••**▼**- L02

-- L11

図-6 提案式と実験値による減衰定数の比較



図-7は、L02について本提案モデルでの計算結果と実験結果の比較を 曲^{げモーメント・曲率関係の比較(L02)} 示したものである.この図より、除荷時の剛性変化等の形状が良く表現できており、残留曲率も良く一致している.こ

のことから、本提案モデルの妥当性が確認されたと言えよう.

参考文献

1) 鈴木,森,山口,池田:プレストレストコンクリート橋脚の復元力モデル,第9回プレストレストコンクリートの発展に関する シンポジウム論文集,pp.673-678,1999.10. ほか

2)大塚,岡田他: PC箱桁の交番載荷実験による復元力特性,プレストレストコンクリート,Vol.42,No.2,2000.4