

交番载荷実験に基づく
P C鋼材が偏心配置されるP C箱桁の復元力特性の提案

九州大学大学院 学生会員 ○浦川 洋介 九州大学大学院 正会員 矢 葺 亘
九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲 ㈱構造計画研究所 正会員 石原 眞一

1. はじめに

P C部材の履歴モデルは、P C橋脚などの対称断面に対しては提案されているが、塑性率が大きい領域での挙動を精度良く表現できておらず、またP C箱桁のようにP C鋼材を偏心配置した断面の考慮した履歴モデルは提案されていない。

著者らは、既に行ったP C箱桁模型供試体の交番载荷実験の結果¹⁾に基づきP C鋼材が軸力配置されたP C箱桁に対する履歴モデルの提案を行っている²⁾。本研究では、さらに履歴モデルの対象をP C鋼材が偏心配置された供試体にまで拡張することを目的とした。

2. 交番载荷実験結果

対象供試体は、プレストレスの導入量が同等(3.6MPa)でP C鋼材の配置が異なる4供試体(L02, L03, L04, L23)とした。対象供試体およびその断面形状を表-1および図-1に示す。

図-2は、実験で得られた各供試体のモーメント-曲率関係(M- ϕ)に道路橋示方書V耐震設計編³⁾(以下、道示V編)に規定された手法により算出した骨格曲線を重ねて示したものである。符号は上縁圧縮時(押し)を正、下縁圧縮時(引き)を負とした。L02(軸力配置)では骨格曲線、履歴ループともにほぼ原点对称で、除荷曲線も押し引きで同形状である。一方、P C鋼材が偏心配置された供試体L03, L04(以下、偏心配置供試体)では、除荷時に特有のくびれが生じ、押し引きで大きく形状の異なる非対称なループを示した。このくびれは偏心度が大きいほど顕著になる。下縁配置では押し側へ、上縁配置では引き側へ耐力がシフトするが、耐力が大きい方からの除荷曲線は原点指向性が強く残留曲率が小さくなるのに対し、耐力が小さい方からの除荷曲線は膨らみが大きく残留曲率も大きくなる。

また、骨格曲線に関しては、軸力配置、偏心配置ともに道示V編による手法で表現できることが確認できた。

3. 提案履歴モデル概要

本提案モデルでは、まず減衰定数をプレストレス量 P_p 、塑性率 μ および偏心度 γ の関数として実験結果より決定する。ここで、1ループの減衰定数はプレストレス量の影響が支配的であるが、プレストレス量が同じであっても、P C鋼材の偏心によって1ループの減衰定数が若干異なってくることが確認された(図-3)。次に、各供試体の実験結果からループ形状が安定してくる塑性率4~10程度の除荷曲線を無次元化して抽出し、その形状に合うような除荷曲線関数を規定した。提案モデルの概念図を図-4に示す。

軸力配置供試体における除荷曲線関数(図-5)は式(1)のように分配比 C による2つの関数の組み合わせで表される²⁾。

$$Y = C \cdot y_1 + (1 - C) \cdot y_2 \quad \cdots \cdots (1)$$

ここに、 $y_1 = 1 - e^{-px}$

$$y_2 = 1 - (1 - x)^q$$

また、 p, q は定数で、実験結果から
 $p = 26, q = 0.9$ に設定した。

表-1 検討ケース

供試体名	プレストレス (MPa)	PC鋼材の配置
L02	3.6	軸力配置
L03	"	下縁配置
L04	"	上縁配置
L23	"	下縁中間配置

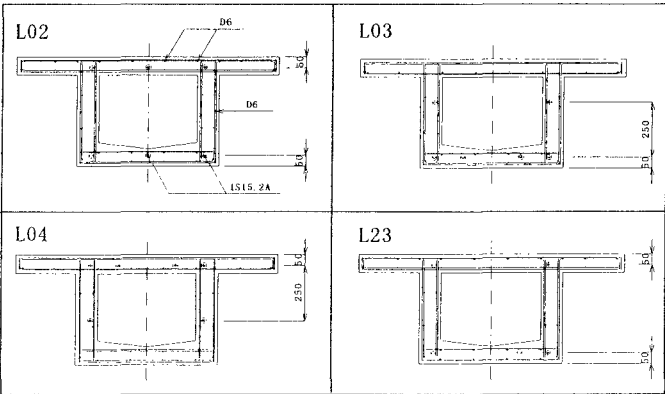
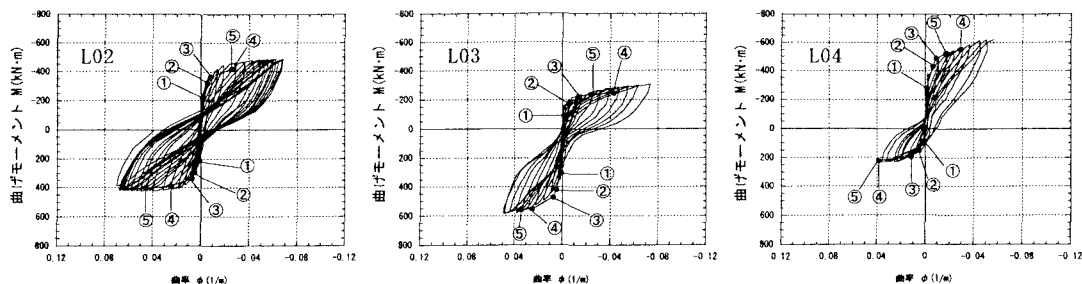


図-1 対象供試体断面



①ひびわれ②鉄筋降伏③PC弾性限界④PC降伏⑤コンクリート圧壊
図-2 曲げモーメントー曲率関係

4. 偏心供試体への拡張

図-5に示される軸力配置供試体の除荷曲線では、除荷時に勾配が緩やかに低下し、 $M=0$ 以降は最大経験点までをほぼ直線で表せるのに対し、偏心供試体の実験結果における除荷曲線では、除荷に従い最初は徐々に剛性が低下していくが、载荷によって生じたひびわれが閉じることにより一旦剛性が立ち、その後最大経験点を指向する、というように変曲点が軸力配置での除荷曲線と異なる。よってこの偏心特有のくびれを表現するために、新たな除荷曲線関数を式(2)で規定する。

$$Y' = C \cdot y_1' + (1-C) \cdot y_2' \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{ここに、} y_1' = \sin(-1.5\pi \cdot x^{p'})$$

$$y_2' = 1 - e^{-q'x}$$

p' , q' を鋼材の偏心度により変化
する変数とすることで、除荷曲線
のくびれを表現する。上の関数
 y_1' , y_2' の分配比 C は減衰定数 h
にて決定することとした。分配比 C
と減衰定数 h の関係は、押し引き
の除荷曲線によって囲まれる面積
 ΔW と一般的な減衰定数の式(3)
との関係から導かれる。

$$h = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\Delta W}{W} \quad \dots\dots\dots (3)$$

これにより除荷曲線が決定され
る。

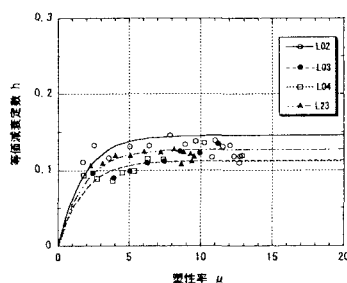


図-3 各供試体の減衰定数

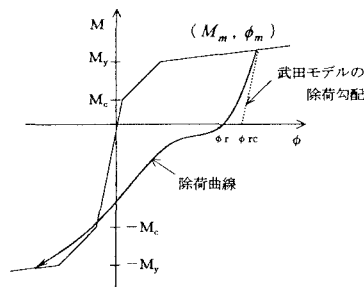


図-4 履歴ループの概念図

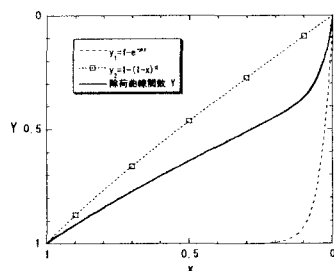


図-5 除荷曲線関数(軸力配置)

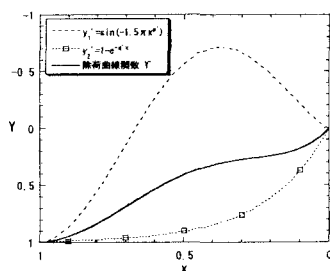


図-6 除荷曲線関数(偏心配置)

5. まとめ

提案モデルの偏心配置供試体への拡張に際して得られた考察を以下に述べる。

- ①軸力配置供試体の履歴ループは原点对称な形状を示したが、偏心配置供試体では、除荷時の曲線にくびれが生じ押し引きで非対称なループ形状を示した。
- ②プレストレス量の違いによる減衰定数の変化に比べると、P C鋼材の偏心による減衰定数はほぼ同程度と見なせる。
- ③新たな除荷曲線関数を提案することで、偏心供試体特有のくびれを有する除荷曲線を表現することができる。

参考文献

- 1)大塚・岡田：P C箱桁の復元力特性に関する交番载荷実験，プレストレストコンクリート，vol. 42，No. 2，pp. 90-97，2000. 3.
- 2)大塚・岡田：交番载荷実験に基づくP C箱桁の復元力特性の提案，プレストレストコンクリート，vol. 42，No. 5，pp. 18-24，2000. 9
- 3)日本道路協会：道路橋示方書 V 耐震設計編，1996年12月