

PSV-19 高軸力を受けるRC部材の2軸曲げ復元力特性

鹿島建設(株)技術研究所 正会員 須田 久美子
 鹿島建設(株)技術研究所 正会員 村山 八洲雄
 鹿島建設(株)技術研究所 正会員 古市 耕輔

I. はじめに

斜張橋タワーの耐震性を検討する際に、構造的な特徴によって、2軸曲げを対象とする場合が生じる。また、スパンの長大化に伴い、常時における軸圧縮応力度が $80 \sim 100 \text{ kgf/cm}^2$ にもなることが見込まれている。ここでは、高軸力及び2軸曲げを受けるRCタワー部材の弾塑性性状を把握し、 $M-\phi$ 履歴モデルの開発を目的に実験的検討を行った。

II. 試験体及び実験配列

図-1に試験体の形状寸法を示す。軸方向鉄筋比 0.95% ($12\phi 6$, $\sigma_y = 3030 \text{ kgf/cm}^2$)、帯鉄筋比 0.16% で、コンクリート強度 σ_c は表-1の通りである。

表-1に実験配列を示す。No.1及びNo.2は1軸曲げ、No.3及びNo.4は2軸曲げの交番载荷で、それぞれ軸圧縮力の違いによる影響を調べる試験体である。軸圧縮応力度 $\sigma_N = 80 \text{ kgf/cm}^2$ は斜張橋のタワーを、 $\sigma_N = 7 \text{ kgf/cm}^2$ は一般の橋脚を想定したものである。また対比用として、 $\sigma_N = 30 \text{ kgf/cm}^2$ （軸方向鉄筋のみで軸圧縮力を負担した場合の鉄筋応力度が、ほぼ降伏応力度になる軸圧縮応力度）を用意した。No.5は、x軸回りにある一定の曲げモーメント M_x が作用した状態でy軸回りに交番载荷した時（偏載曲げと呼ぶ）の影響を調べるための試験体である。 $M_x = 0.57 \text{ t} \cdot \text{m}$ で、圧縮縁コンクリートの応力度（曲げ+軸力）が σ_c の $1/3$ になる曲げモーメントである。

III. 実験結果

(1) 表-1に曲げ耐力の実験値と計算値を示す。1軸曲げ (No.1、No.2) 及び2軸曲げ (No.3、No.4、

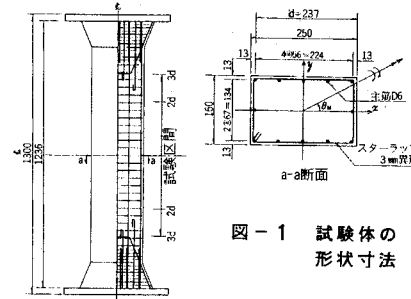


図-1 試験体の形状寸法

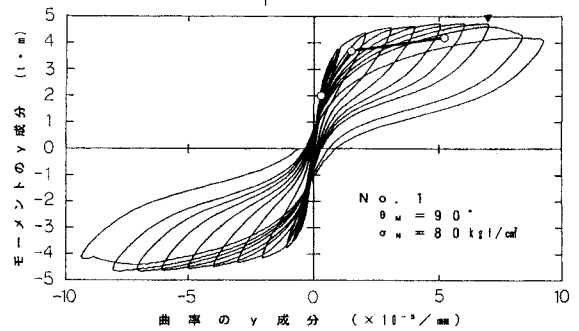
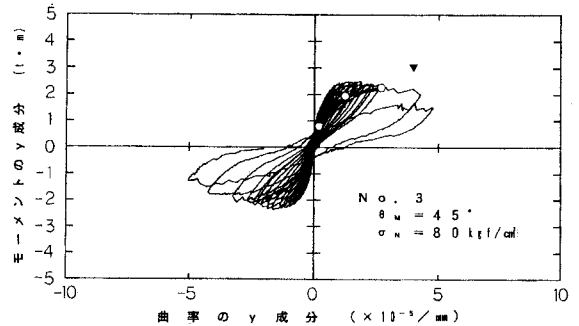
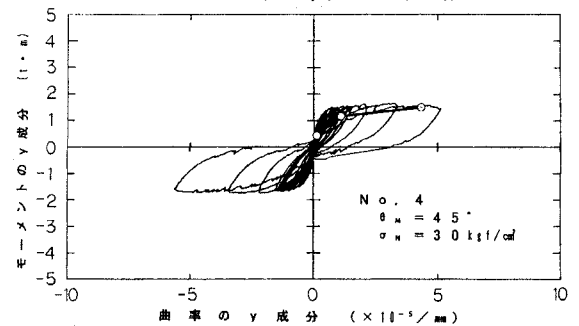
図-2 $M_y - \phi_y$ 関係 (No.1)図-3 $M_y - \phi_y$ 関係 (No.3)図-4 $M_y - \phi_y$ 関係 (No.4)

表-1 試験体一覧表

試験体 番号	実験時 コンクリート 強度 (kgf/cm^2)	軸力 (kgf/cm^2)	载荷条件		曲げ耐力 (t)	
			一方向曲げ	偏載曲げ	実験値	計算値
1	443	80	$\theta_u = 9.0^\circ$	—	4.7	4.2
2	473	7	$\theta_u = 9.0^\circ$	—	2.2	1.7
3	407	80	$\theta_u = 4.5^\circ$	—	3.5	3.2
4	409	30	$\theta_u = 4.5^\circ$	—	2.5	2.1
5	426	80	—	$M_x = 0.57 \text{ t} \cdot \text{m}$	4.6	4.1

No. 5) の場合とも実験値と計算値がよく対応している。

(2) 図-2～図-4にM- ϕ 関係の一例を示す。コンクリート圧壊の時期を▼で示す。No. 3の $\sigma_N = 80 \text{ kgf/cm}^2$ の場合は、No. 4の $\sigma_N = 7 \text{ kgf/cm}^2$ の場合に比べて残留変形が少なく、ひょうたん型の履歴ループを描いた。RC断面の計算値として、ひびわれ発生時・引張鉄筋降伏時及び終局時の値を○印で示す。○印を直線で結んだTri-linearのM- ϕ スケルトンモデルと実験値を比較すると、相対的に1軸曲げの場合の方が対応しているが、鉄筋降伏時付近の曲率が異なっており、この傾向は、2軸曲げの場合の方が著しい。これは、側方鉄筋の影響に因るもので、2軸曲げの場合、見掛け上1軸曲げの場合よりも側方鉄筋が多くなるためである。鉄筋降伏前の部材の平均的なM- ϕ 関係については、別途検討した¹⁾。

(3) 図-5に、y軸に投影したM- ϕ 関係から求めた、各履歴ループの面積 ΔW と曲率の最大値の関係を示す。図中には各試験体の圧壊時期を示したが、No. 2及びNo. 4は圧壊が明確でなかったもので示していない。断面が同じであれば、軸力の違い、1軸曲げと2軸曲げの違いによらず、また、No. 5のように θ_M が逐次変化する場合でも、同一曲率における吸収エネルギーは同程度になると考えられる。図-6に、x軸に投影した場合を示す。x軸に投影した場合もy軸の場合と同じことが言える。

(4) 図-7に等価粘性減衰 h と曲率ベクトルの最大値の関係を示す。各試験体ごとの共通した傾向として、引張鉄筋が降伏し始める頃（ $\phi = 1 \times 10^{-5}/\text{mm}$ 前後）から h があまり増加しなくなり、曲率がある一定の値（ほぼ圧縮部コンクリート圧壊の時期に対応している）を過ぎると増加の程度が大きくなっている。コンクリート圧壊までについてみると、軸力が大きいほど h の値は小さく、また、軸力が同じであれば1軸曲げ、2軸曲げによらず、 θ_M が変化する場合でも、同程度の値になっている。

(5) 図-7を、各曲率 ϕ ごとに等価粘性減衰 h と軸圧縮応力度 σ_N の関係で見たのが図-8である。 σ_N の増加に伴って h が減少し、 σ_N の大きいところでは h の減少の程度も緩やかになっている。

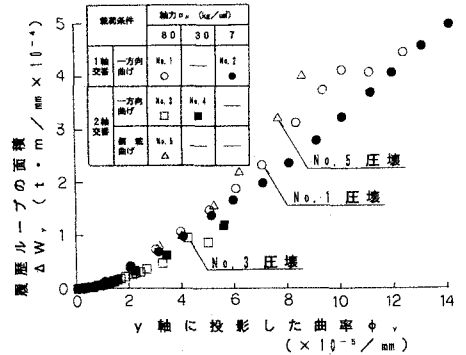


図-5 ΔW_y と ϕ_y の関係

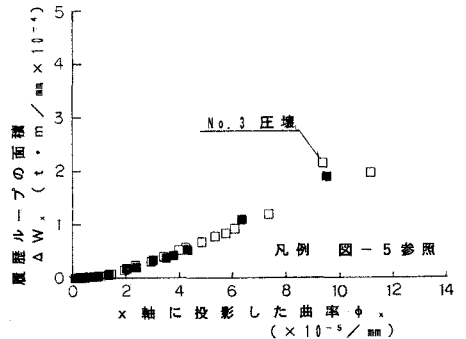


図-6 ΔW_x と ϕ_x の関係

IV. まとめ

以上の実験結果より、1軸曲げのデータをもとに2軸曲げの吸収エネルギー及び等価粘性減衰を求められることが分かった。また、軸圧縮力の影響を等価粘性減衰と曲率の関係で整理した。これらは、M- ϕ 履歴モデル構成則の開発に反映させていく予定である。

【参考文献】

1) 古市、村山、須田

：高軸力・2軸曲げを受けるRC部材の剛性評価方法に関する適用性検討、

第44回土木学会年講、1989年

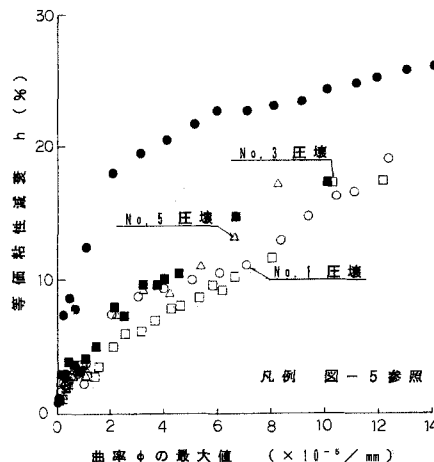


図-7 h と ϕ の関係

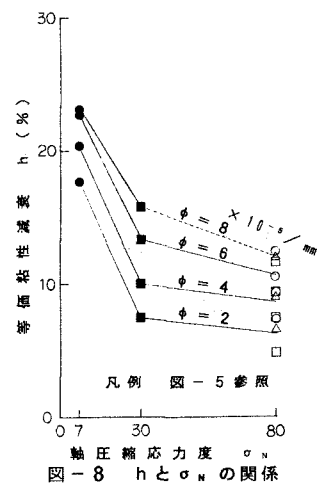


図-8 h と σ_N の関係