

東京大学 学生員 ○浦上 将人
" " 橋本 親典
" " 周 礼良

1 まえがき

最近のRC橋脚の耐震設計では、靱性能力が重要視されている。これまでに多くのRC橋脚の静的交番載荷実験が行われているが、靱性能力を評価するのに天端変位のみに着目している事が多い。しかし、天端変位は後に述べるように性質の異なる3つの成分から成り立っていると考えられ、特に靱性能力という最終局状態での変形を考えるのには不十分と思われる。本研究ではRC橋脚の模型実験より、実験的に天端変位の分解を行った。

2 変位分解

6個の変位計を用いて変位、変角を測定し変位分解を行った。(図1)

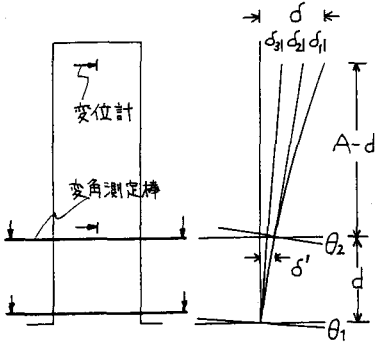


図1 変位分解概念図

- δ_1 : 躯体上部弾性域変形
- δ_2 : 躯体下部塑性域変形 (有効高さdの領域¹⁾)
- δ_3 : フーチングからの鉄筋の引き抜けによる変形
- $\delta_1 = \delta - \delta' + \theta_2(A-d)$
- $\delta_3 = \theta_1 A$
- $\delta_2 = \delta - (\delta_1 + \delta_3)$

供試体名	躯体高さ A (cm)	躯体断面 高さH (cm)	躯体断面 幅B (cm)	鉄筋	コンクリート 強度 (kg/cm ²)
H 1	160	40	20	D13	191
H 2	160	30	25	D16	270
U 0	80	20	10	D 6	510
U 1	80	20	20	D 6	330
U 2	80	20	20	D 6	330

3 実験概要

(1)供試体 供試体の諸元及び材料定数を図2、図3、表1、表2に示す。剪断補強筋を有しない場合の靱性能力を求める別の目的もある為、帯鉄筋は配していない。又Uシリーズでは側方鉄筋の効果も考えられるような鉄筋配置をした。

	降伏応力 (kg/cm ²)	ヤング率 (kg/cm ²)	歪み硬化 開始歪み (μ)	歪み硬化域 ヤング率 (kg/cm ²)
D 6	3440	1.66×10^6	19000	3.67×10^4
D13	4000	2.07×10^6	22000	3.88×10^4
D16	4030	1.87×10^6	16000	4.46×10^4

表1 供試体諸元

(2)載荷方法 軸力による2次モーメントの影響は計算に取り込めると考えられるので軸力はかけず、水平力のみで正交交番載荷とした。躯体下端の軸方向鉄筋が降伏歪みに達するまでは荷重制御とし、それ以後は降伏時の天端変位(δy)の整数倍を載荷繰り返し点とする変位制御方式をとった。又同一変位の繰り返し回数はHシリーズ、U0は2回、U1、U2は1回とした。

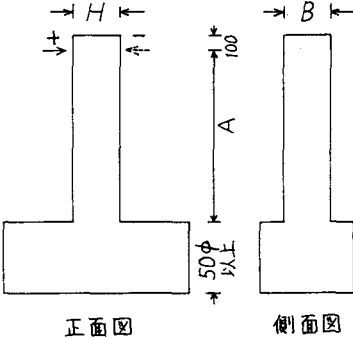


図2 供試体概略図

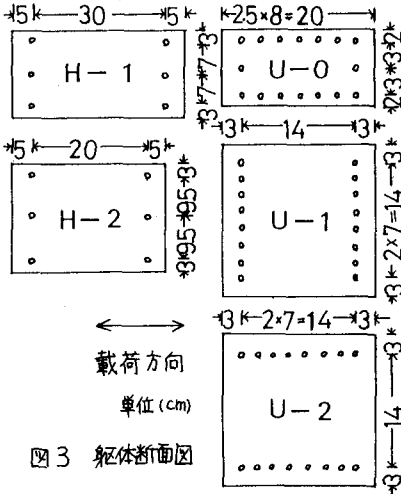


図3 躯体断面図

4 解析方法

交番繰り返しの影響を考慮する為、鉄筋、コンクリートの σ - ϵ 曲線に各々加藤モデル²⁾、前川モデル³⁾を用いた。 σ_1 , σ_2 には曲げ理論、 σ_3 には定着長の十分長い場合の局部付着応力-滑り関係モデル(固モデル⁴⁾)を用いた。

5 実験結果及び考察

実験値と解析値の比較をU0について図4~7に示す。図4~6は横軸に天端変位を、縦軸に各変位(σ_1 , σ_2 , σ_3)をとった。図7は横軸は同じに、縦軸には荷重をとった。又図には載荷折り返し点のみを示した。

(1)変位の分解 σ_1 (図4)は非常によく一致した。 σ_2 (図5)は実験値の方が大きく、 σ_3 (図6)は解析値の方が大きくなった。前者の原因としては、躯体下部に曲げ理論では追えない塑性ヒンジ的領域の発生、鉄筋の座屈、かぶりコンクリートの剥離等が考えられる。後者の原因としては、剪断ひび等の発生により躯体下部の鉄筋とコンクリートの付着が切れ、変角測定棒の取り付け部分のコンクリートと、軸方向鉄筋が独立な挙動をする為鉄筋の引き抜け量を正確に測定できなくなった事が考えられる。従って全体の和($\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$)をとると躯体下部の曲げ理論では追えない塑性変形の増加分だけ解析値の方が小さくなるのである。(図7) なお、負方向載荷については正方向とほぼ同じ傾向を示すので省略した。

(2)側方鉄筋の効果 図8にU1, U2のひび割れ図及び最大耐力(P_{max} 、終局変位(δ_u))を示す。 P_{max} 、鉄筋比が同じにもかかわらず、U2の δ_u の方がかなり大きく、側方鉄筋が靱性に対して有効であることを示していると考えられる。ひび割れの状態をみるとU2の方がひびが分散して発生し、帯鉄筋を用いた供試体と同じような傾向を示している。逆にU1では大きな剪断ひびが1本発生して破壊につながっていることがわかる。

6 結論

静的交番載荷を受けるRC橋脚の天端変位を実験的に性質の異なる3成分に分解し、各々定量化を行った。その結果躯体下部塑性域の曲げ理論では追えない塑性化を別に定量化する必要があることがわかった。又今回の実験の範囲内では、側方鉄筋は靱性能力に対し有効に働くことがわかった。

なお、本研究に対し昭和57年度科学研究費補助金が授与されました。ここに深く謝意を表します。

(参考文献) 1) Reinforced Concrete Structure. by R. PARK & T. PAULAY
2) Mechanical properties of steel under load cycles idealizing seismic actions. by Ben. Kato (1979) 3) 二軸応力下のコンクリートの構成方程式 黄川, 上道田, 岡村 第4回コンクリート工学年議論文集(557) 4) 定着長が長い場合の局部付着応力-滑り関係について 岡, 山岡, 岡村 第5回コンクリート工学年議論文集(558)

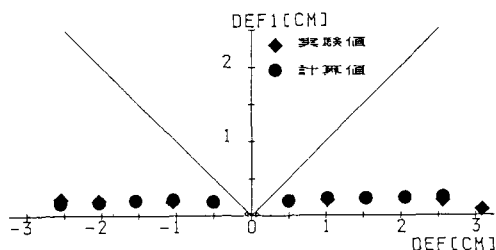


図4 $\sigma - \sigma_1$ 関係 (U0)

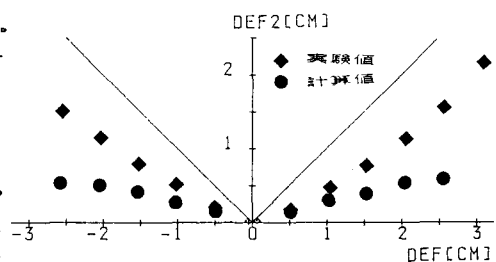


図5 $\sigma - \sigma_2$ 関係 (U0)

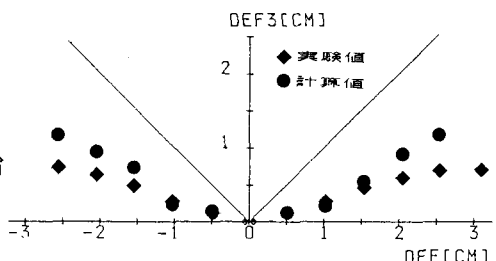


図6 $\sigma - \sigma_3$ 関係 (U0)

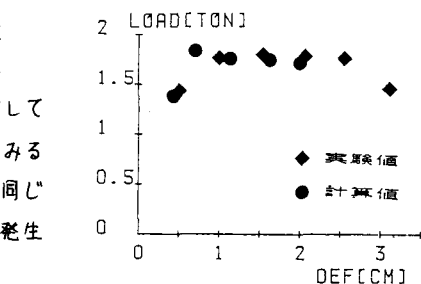
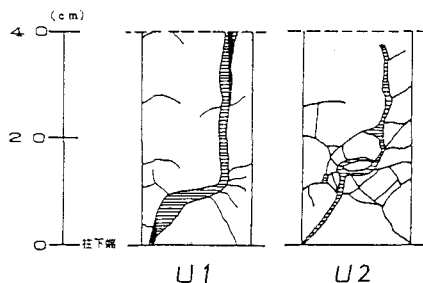


図7 $P - \sigma$ 関係 (U0)



P_{max} (ton)	1.96	1.97
δ_u (cm)	18	42

図8 躯体ひび割れ図