

東京大学大学院 学生員 ○橋本 親典

アジア工科大学大学院 橋上 将人

アジア工科大学大学院

田中 直樹

1. まえがき

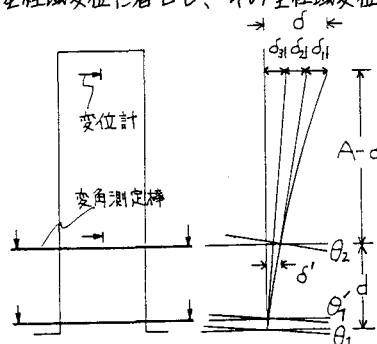
RC橋脚の耐震設計における靱性能力を考える場合、最も重要なことは橋脚が一定耐力（降伏耐力）以上を維持しながら変形がどこまで進むか（終局変位）を定量化することである。本研究は、大端変位を性質の異なる3つの変位成分に分解し、終局変位に最も影響を与えている躯体下部の塑性域変位に着目し、その塑性域変位の終局状態の定量化を目的としたものである。

2. 変位分解による各成分の定義

変位分解の概念図及び測定方法を図-1に示す。

$$\begin{cases} \delta_1: \text{躯体上部の弾性域変位, } \delta_1 = \delta - \delta' + \theta_2(A-d) \\ \delta_2: \text{躯体下部(有効高さ}d\text{の領域)塑性域変位, } \delta_2 = \delta - (\delta_1 + \delta_3) \\ \delta_3: \text{フーチングからの鉄筋の引き抜けによる変位, } \delta_3 = \theta_1 A \end{cases}$$

ただし、実験値としては θ_1 を測定する為、 $\delta_1' = \theta_1 A$ 、 $\delta_2' = \delta - (\delta_1 + \delta_3')$



3. 実験概要

本実験供試体（H-1, H-2, U-0, U-1, U-2）の概要は、表-2に既往の実験例と合わせて示す。実験の詳細は、参考文献2に示す。

4. 実験結果及び考察

図-2に、H-2, U-0供試体の終局に至るまでの各変位の増加傾向を示す。これより、終局に進むにつれて、 δ_2 は δ_1 に比べて全変位量に対する割合が増加することがわかる。よって終局変位に最も影響を与えている変位成分は δ_2' といえる。次に、表-1に全変位に対する δ_3 の割合の実験値と解析値を示す。終局手前変位と比較しているのは、終局時変位は載荷方向によって差が生じ正確に測定できず、また終局時には曲げ理論は成立しないと考えた為である。さらに、終局時変位の比率は、終局手前時変位の比率に依存していると考えたからである。

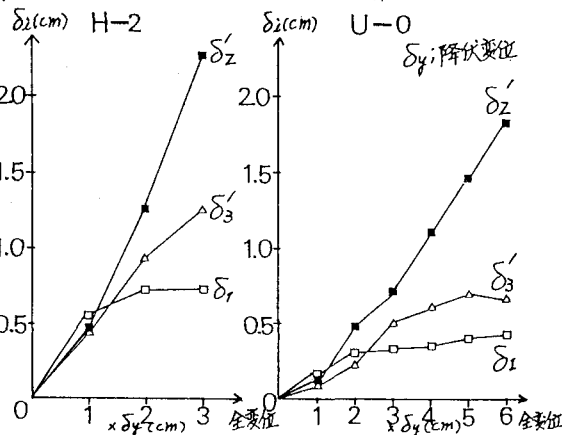


図-2 変位成分別包絡線図（正方向載荷側）

表-1 δ_3 の実験値と解析値との比較 ($\delta_3'/\delta \times 100$)

供試体	靱性率	降伏時 (%)		終局手前時 (%)	
		実験値	解析値	実験値	解析値
H-1	4	34.7	26.6	13.5	58.5
H-2	3	31.8	28.0	30.4	48.8
U-0	6	27.3	20.5	29.4	35.9
U-1	4	30.8	37.8	47.9	41.9
U-2	9	26.2	37.5	50.9	41.1

4. 1 解析方法

δ_1 , δ_2 は曲げ理論を、 δ_3 には局部付着応力カープリモデル（図3）を用いた。ただし、 δ_2 については、躯体下端でのコンクリート圧縮破壊が0.6%を越える場合、図-3に示すような曲率一定の塑性領域を仮定した。

4. 2 解析値と実験値との比較

表-1において、終局手前時で誤差が大きくなった理

（注）終局手前時とは、U-1（靱性率）での変位を意味する。

由は、実際の曲率分布が曲げ理論で解析したものとは完全には一致しなかったこと、及び塑性領域の仮定方法に問題があったことなどが考えられる。また、H-1が特に差が生じたのは、斜めひびわれが早い時期(2 δ_y 前)に発生した為と考えられる。

しかし、以上の解析方法により、天端変位を3成分に分解し、 δ_2 を分離することがある程度可能となった。

5. 既往の実験例への適用

終局まで荷重が行われた既往の実験例⁴⁾(14体、Z体は破壊せず)について、この解析方法を用いて、終局時天端変位の分解を行った。既往の実験例の低鉄体要と変位分解結果を、表-2に示す。

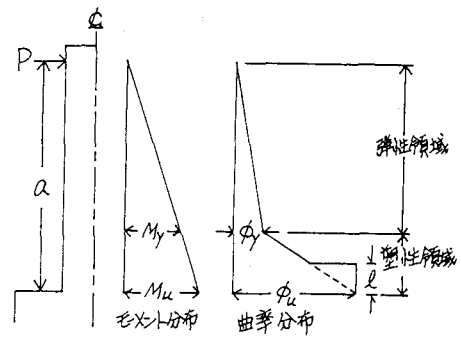


図-3 塑性領域の仮定概念図
 l : 曲率-定領域, $l = \frac{a}{\phi_2 - \phi_1}$ (a : 有効高さ)

RC橋脚の破壊には次の3つのモードが組合わさって生じたと考えられる。1) 曲げ型、2) せん断型、3) 付着剥離型(つまり、1)から2)へ、あるいは、2)から3)へと破壊機構が遷移しながら終局状態に至ると考えられる。そこで、せん断耐力 T_{cs} と曲げ最大耐力 T_u の比(T_{cs}/T_u)と、 δ_2/a と T_{cs}/T_u の関係を求める。図-4に、 δ_2/a と T_{cs}/T_u の関係を示す。これより、 δ_2/a と T_{cs}/T_u には強い相関性があるといえる。ただし、 T_{cs} は、両村・松貝の梁のせん断耐力に45°トラス理論を代入したものである。また、 T_u は、コンクリートの圧縮強度が0.35%になる時の耐力である。U-0、U-2の T_{cs} には、側方鉄筋の効果を入れていないため、グラフ上の直線から離れているが、側方鉄筋によるせん断耐力の上昇を考えると直線に近いと考えることができる。

6. 結論

終局変位に最も影響を与えている変位は、躯体下部の塑性域変位 δ_2 であることが明らかになった。また、天端終局変位を3成分に分解する方法を提案し、既往の実験例に適用し、 δ_2 の靱性能力と T_{cs}/T_u の相関性を示した。

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 Structures. by R. PARK & T. PAULAY
- 2) 津上 橋本 岡 静的交通荷重を受けるRC橋脚の変位分解に関する研究, 第38回土木学会年次講演会, SS8
- 3) 周山尾 岡村 定善 長大な場合の局所付着部(帯)関係について, 第5回アトム工学年講演集, SS8
- 4) 大田 敏 鉄筋コンクリート橋脚を介した線近荷重実験, 土木学会論文報告集, 1979年; 松貝 曲げ降伏後におけるRC部材のせん断破壊, 1981年; 秋元他, 高床力線近荷重を受けるRC橋脚の耐力に関する基礎的研究, 第29回土木学会年次講演会, S49

表-2 既往の実験例(14体)と本実験(5体)の低鉄体要と変位分解結果

No.	cm a	% P _t	% R _w	kg/cm ² f _c	kg/cm ² f _{ct}	kg/cm ² f _{tu}	cm δ_{Σ}	cm δ_1	cm δ_2	cm δ_3
1	140	0.82	0.16	29.2	13.5	8.4	4.7	0.26	2.16	2.34
2	100	0.8	0	32.4	9.2	6.6	1.4	0.19	0.56	0.65
3	100	1.0	0	33.4	1.02	8.8	0.97	0.22	0.38	0.36
4	100	0.8	0.4	34.6	19.1	6.6	4.2	0.15	2.3	1.7
5	100	0.8	0.2	31.9	14.1	6.6	2.7	0.12	1.3	1.3
6	100	0.8	0.1	31.6	11.6	6.6	2.6	0.16	1.3	1.1
7	100	1.0	0.3	32.0	17.2	8.8	2.9	0.17	1.4	1.3
8	100	1.0	0.2	29.6	14.6	8.8	2.6	0.18	1.3	1.1
9	100	1.0	0.1	33.8	12.6	8.8	2.0	0.22	0.73	1.0
10	163	0.68	0	16.9	6.2	5.7	2.8	0.64	1.01	0.95
11	163	0.34	0	16.9	4.9	3.5	3.8	0.93	1.3	1.6
12	163	0.17	0	48.2	5.7	2.6	5.7	0.91	2.5	2.4
13	163	0.68	0	48.2	8.7	6.1	3.7	0.58	1.6	1.5
14	140	0.82	0.16	30.0	12.4	7.0	4.5	0.26	2.5	1.8
H-1	160	0.54	0	19.0	5.9	4.4	3.49	0.40	1.35	1.74
H-2	160	0.95	0	27.0	8.18	5.5	4.29	1.01	1.64	1.64
U-0	80	1.65	0	51.0	14.4	12	2.56	0.33	1.53	0.70
U-1	80	0.75	0	33.0	9.66	5.0	1.88	0.20	1.1	0.57
U-2	80	0.91	0	33.0	10.3	6.5	4.22	0.27	2.68	1.27

a: スパン長 P_t: 鉄筋比 R_w: 帯鉄筋比 f_c: コンクリート強度
 3/4; No.1~9, 14 4, No.10~13 5.82, H-1 4.57
 H-2 6.4, U-0 5.19, U-1 4.71, U-2 5.71
 をとし、U-0、U-2は鉄筋の重心の位置での有効高さdを用いる。

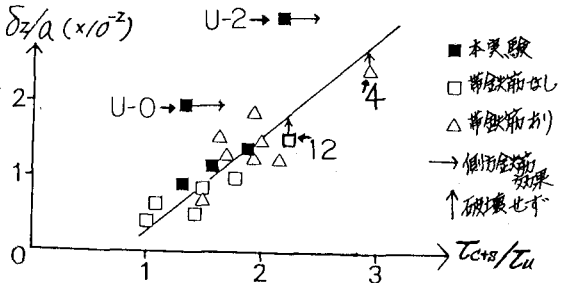


図-4 δ_2/a と T_{cs}/T_u の関係