

軸引張りと交互曲げを受ける RC 部材の強度と変形

早稲田大学理工学部 正員 神山 一
学生員 〇(1) 口直能

1. まえがき

この報告は軸引張りと曲げを受ける鉄筋コンクリート部材に関する一連の研究の一部で、「軸引張り」と正の曲げ(第1回載荷)を受けた部材に「軸引張り」と負の曲げ(第2回載荷)を作用したときの強度と変形を調べたものである。実験の結果は第1回載荷重の大きさが第2回載荷時の強度におよぼす影響は比較的少なく、剛度低下が顕著であることを示した。したがって強度計算法としては著者らが提案してきた式が近似的に用いられるが、変形能力や剛度の計算には新しい計算式の誘導が必要である。

2. 降伏および破壊強度計算式

著者らが従来から提案してきた単鉄筋断面の計算式で強度と曲率を求め、試験の結果と比較した。計算式を要約すれば次の通りである。

降伏強度と曲率: $E_s = E_{sy} = E_{sy} + E_{sr}$, $E_c = E_{sy} \cdot \rho_{sy} / (1 - \rho_{sy})$, $N_{sy} / b d \rho_{co} = \rho_{sy} - C_f \rho_{sy}$, $\rho_{sy} = [C_f(\alpha + 1) - \sqrt{C_f(\alpha + 1)^2 - 4\alpha \rho_{sy}(C_f - C_m)}] / 2(C_f - C_m)$, $\phi_{sy} \cdot d = E_{sy} / (1 - \rho_{sy})$
破壊強度と曲率: $E_c = E_{cu} = E_{cu} + E_{tr}$, $E_s = E_{cu}(1 - \rho_{cu}) / \rho_{cu}$, $N_{cu} / b d \rho_{co} = \rho_{cu} - C_{fu} \rho_{cu}$, $\rho_{cu} = [C_{fu}(\alpha + 1) - \sqrt{C_{fu}(\alpha + 1)^2 - 4\alpha \rho_{cu}(C_{fu} - C_m)}] / 2(C_{fu} - C_m)$, $\phi_{cu} \cdot d = E_{cu} / \rho_{cu}$ 。ただし $E_{sy} \leq E_s \leq E_{sh}$ のとき $\rho_{sy} = \rho_{sy}$, $E_s \geq E_{sh}$ のとき $\rho_{sy} = \rho_{sy}(1 + A \log_e E_s / E_{sh})$

3. 材料、試験体および試験方法

セメントモルタルの配合は表-1の通りで目標強度は $\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$ である。鉄筋はSD35で主鉄筋が $\phi D16$ 、スタラップその他の補助鉄筋は $\phi D10$ である。主鉄筋と補助鉄筋は溶接して結合した。試験体は載荷するまで、湿潤養生を行なった。

試験体の形状寸法は図-1に示す通りで鉄筋量および偏心量を一定とした。変化させたのは第1回載荷重(図-1参照)の大きさで、その大きさは標準載荷強度の40, 60, 70, 80%とし、これが第2回載荷(図-1参照)の強度、変形、ひびわれの発達状況、鉄筋のひずみその他におよぼす影響を調べた。

表 1 モルタルの配合と強度

	Comp. (kg/cm ²)	Ten. (kg/cm ²)	Flexu. (kg/cm ²)	Age (days)
1	383	23.5	28.8	29
2	453	25.2	29.2	45

Note) W/C = 50% cement:sand = 1:3 by weight
flow value = 170 ± 20
砂: 富士川産, 比重 = 2.61, 吸水量 = 2.0%
F.M. = 2.84

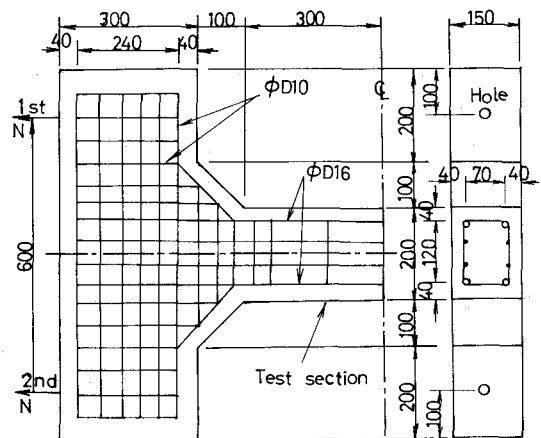


Fig.1 Tested specimen

4. 試験結果と考察

第1回載荷重の大きさが第2回載荷時の強度とヒンジの回転角におよぼす影響を図-2に示した。第1回載荷重が標準載荷の場合の70, 80%の場合、標準載荷時に引張鉄筋が降伏しているためにその影響が現われ、強度はほとんど変化せず、曲率の増大が認められた。

5. まとめ

第2回載荷時の挙動を要約すれば次のことが言える。

- 1) 降伏荷重は第1回載荷重が標準載荷重の60%まではほとんど変わらない。70および80%では多少低下する。(図-2参照)
- 2) 破壊荷重は第1回載荷重の影響をほとんど受けないが、第1回載荷重が増すにつれて徐々に低下する傾向が認められる。(図-2参照)
- 3) 部材降伏時の限界断面の回転角は第1回載荷重の影響をほとんど受けない。
- 4) 部材破壊時(85%)の限界断面の回転角は第1回載荷重によって引張鉄筋が降伏していると(70, 80%の場合)増大する傾向が認められる。これが剛度低下となって現われるのである。
- 5) 第1回載荷で降伏した鉄筋が第2回載荷時に圧縮鉄筋として働く挙動の理論的検討は未解決で今後の研究課題である。

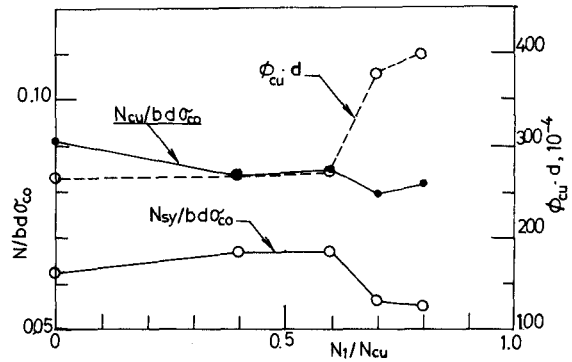


Fig. 2 Strength and curvature

参考文献

- 1) 神山, 川口, 土木学会年次講演 S. 47, 48, 49, 50年
- 2) 神山, 川口, セメント技術年報 S. 48, 51年
- 3) 神山, 川口, 第19回橋梁構造工学研究発表会 S. 47年
- 4) C. W. Dunham, "Advanced Reinforced Concrete" McGraw Hill 1964
- 5) E. C. Harris, "Design of members subject to combined bending and tension" A.C.I. Journal 9/1975, 3/1976
- 6) B. G. Eppes, "Comparison of measured and Calculated Stiffness for Beams Reinforced in Tension Only" A.C.I. Journal 10/1959
- 7) R. Park, D. C. Kent, R. A. Lampson, "Reinforced Concrete Members with cyclic Loading" Journal of the Structural Division, ASCE ST7 7/1972

記号) N_{sy}, N_{cu} : それぞれ降伏時, 破壊時の軸方向引張力, N_1 : 第1回載荷重, ϕ_s, ϕ_{cu} : それぞれ降伏時, 破壊時の曲率, f_{sy}, f_{cu} : それぞれ降伏時, 破壊時の中立軸係数, E_{sy} : 鉄筋の降伏ひずみ度, E_{sh} : 鉄筋のひずみ硬化ひずみ度, E_{sr} : 鉄筋の残留圧縮ひずみ度, E_{cu} : コンクリートの圧縮破壊ひずみ度, E_{cr} : コンクリートの残留引張ひずみ度, σ_{sy} : 鉄筋の降伏応力度, σ_{co} : コンクリートの最大圧縮応力度, e_s : 軸方向引張力作用点から鉄筋圆心までの距離, C_f : コンクリートの中立軸に関する圧縮力係数, C_m : コンクリートの中立軸に関するモーメント係数, ρ : A_s/bd , ρ_y : σ_{sy}/σ_{co} , α : e_s/d