

V-363

靱性解析における鉄筋座屈に対するかぶりコンクリートの抵抗力

清水建設㈱土木本部 正会員 伊藤圭一  
 徳島大学工学部 正会員 島 弘

1, はじめに

RC橋脚が繰り返し荷重を受ける時、曲げ降伏後、ある変形量に達した時、終局状態をむかえ耐力が低下する。RC橋脚の耐震性を評価する時、その復元力特性において耐力が低下する時点を明確にすることが重要である。島ら[1]および檜貝ら[2]は、耐力低下のメカニズムの一つとして、曲げ降伏後の主鉄筋の座屈が考えられることを報告している。また、中村ら[3]は、有限要素法を用いることにより、終局状態に至るまで解析的に求めている。筆者ら[4][5]は、繰り返し載荷下における耐力低下の原因のメカニズムが、主鉄筋の降伏後の座屈であることを実験的に明確にし、さらに、靱性評価の解析的手法（図-1）を提案し、その妥当性について実験値と比較することにより検証している。本研究は、RC橋脚の靱性つまり主鉄筋の座屈の時点に影響を与えると考えられるかぶりコンクリートの主鉄筋の座屈に抵抗する力についてモデル化をおこなった。

2, 座屈メカニズムのモデル[5]

引張降伏後の主鉄筋が再び圧縮力を受ける時、主鉄筋は座屈する。この時、主鉄筋は、帯鉄筋とかぶりコンクリートにより拘束されており、本座屈モデルでは、主鉄筋に対する抵抗力は、重ね合わせの原理が成り立つものと仮定し、次式で表した。

$$S = R \quad (1)$$

$$\text{ただし、} R = R_c + R_s \quad (2)$$

ここで、S：主鉄筋の座屈しようとする力、R：座屈に抵抗する力、 $R_c, R_s$ ：かぶりコンクリートおよび帯鉄筋の抵抗する力である。

ここでは、かぶりコンクリートの抵抗力 $R_c$ についてモデル化をおこなった。

3, 実験方法

実験方法を図-2に示す。供試体は、RC橋脚における一断面を想定して、コンクリート中に主鉄筋を埋め込んだものを用いた。載荷は、引張り試験機により、主鉄筋の引出し試験をおこなった。測定項目は、鉄筋が引き出される時の最大荷重および鉄筋の変位である。実験から得られた最大荷重を、かぶりコンクリートの抵抗力 $R_c$ とした。 $R_c$ に影響を与える要因として①コンクリート強度②かぶり厚さ③鉄筋径④鉄筋間隔を挙げ、それらをパラメータとして実験をおこなった。

4, 実験結果および定式化

実験結果より、主鉄筋の座屈に抵抗する力 $R_c$ は、かぶり厚さおよび鉄筋径に比例して大きくなることがわかった。また、破壊形式は、コンクリートの割裂破壊であることから、 $R_c$ はコンク

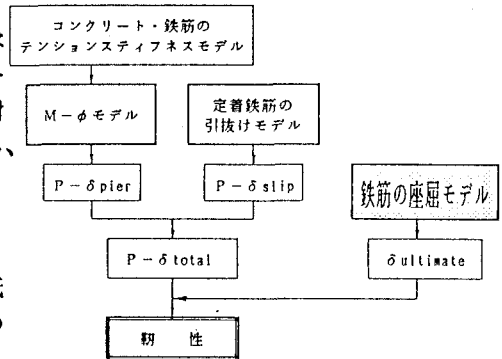


図-1 靱性解析の流れ

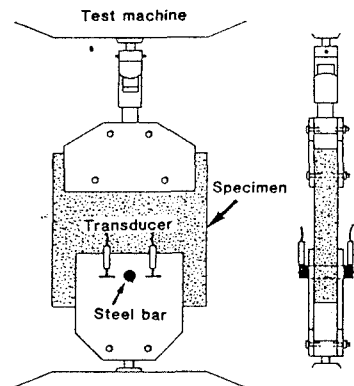


図-2 実験方法

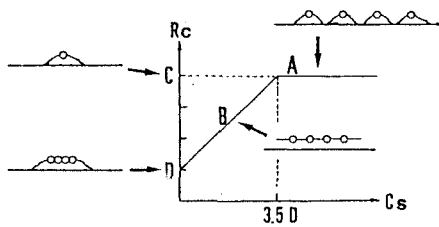


図-3 群鉄筋の破壊メカニズム

リート強度の2/3乗に比例することを確認した。

群鉄筋の破壊メカニズムを、 $R_c$ と鉄筋間隔 $C_s$ との関係として図-3に示す。群鉄筋の場合、ある鉄筋間隔より小さい時、図中のB点のように隣合う鉄筋が影響を及ぼし合い一列破壊を起こす。しかし、鉄筋間隔がそれより大きくなると破壊形状は、単鉄筋と同様になり鉄筋1本当りの破壊荷重は、Aのように単鉄筋(C点)と同じとなる。また、鉄筋間隔0の時は、D点になると考えられる。この考え方から、群鉄筋の影響を、今回、図-4の実線でモデル化することとした。

以上をまとめると、かぶりコンクリートの抵抗力 $R_c$ は、次式であらわすことができる。

$$R_c = 0.817(f'c/10)^{2/3} \cdot c \cdot D \cdot C_w \quad (3)$$

ここで、 $R_c$ :鉄筋1本についての単位長さ当りの抵抗力(kg/cm)、 $f'c$ :コンクリートの圧縮強度(kg/cm<sup>2</sup>)、 $c$ :かぶり厚さ/D、 $D$ :鉄筋径(cm)、 $C_w$ :鉄筋間隔の影響を表すものであり、 $C_w = 1.0(C_s \geq 3.5D)$ 、 $C_w = 0.186Cs/D + 0.388(C_s < 3.5D)$ である。

本実験式を用いて、 $R_c$ の検証を行った。その結果を図-5に示す。式(3)は、かぶりコンクリートの抵抗力をよく表しているといえる。また、前述2の方法により、既往のRC橋脚の繰返し載荷実験について靱性解析をおこなった結果を図-6に示す。解析値は、ほぼ実験値と一致する。

5、まとめ

主鉄筋の座屈に対する抵抗力を、①コンクリート強度②かぶり厚さ③鉄筋径④鉄筋間隔をパラメータとしたモデル実験をおこなうことにより、定式化することができた。

【謝辞】本研究は、筆者が徳島大学大学院に在籍中におこなったものであり、御協力頂いた徳島大学コンクリート研究室の皆さん(当時)に対し感謝の意を表します。

【参考文献】[1]島、上田:コンクリート工学年次論文報告集, Vol.8, pp525-528. [2]檜貝、二羽、岡村:コンクリート工学年次論文報告集, Vol.9, No.2, pp329-334. [3]中村、二羽、田辺:土木学会論文集, No.420/V-13, pp.203-212. [4]島、伊藤、北西、水口:コンクリート構造物の靱性と配筋方法に関するシンポジウム論文集, JCI, 1990年5月. [5]島、伊藤、水口:コンクリート工学年次論文報告集, Vol.12, pp525-528.

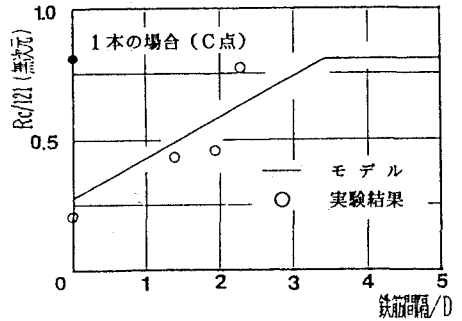


図-4 群鉄筋の実験結果とモデル

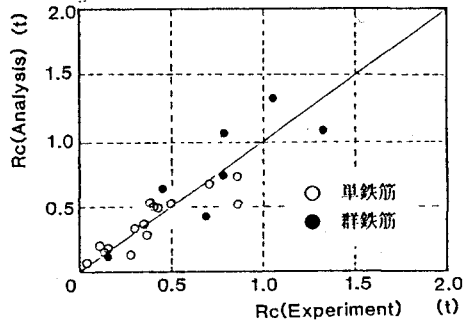


図-5  $R_c$ モデルの検証

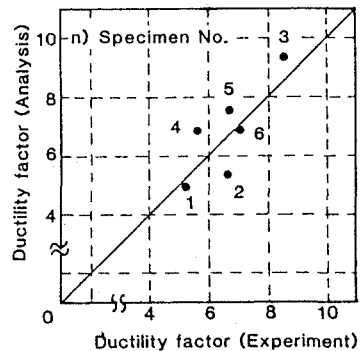


図-6 靱性解析結果