

V-208 有効係数を用いたRC部材の靱性率の推定

埼玉大学 正会員 睦 好 宏 史

スイス連邦工科大学 Muttoni, A.

スイス連邦工科大学 Thürlimann, B.

1. まえがき

RC部材の靱性に関する研究は盛んに行われ、これまでにいくつかの靱性率算定式が提案されている。これらの多くは、数多くの実験結果から、1) 要因ごとに回帰して求めたもの、2) せん断耐力と曲げ耐力の関係から推定したもの、3) コンクリートの終局圧縮ひずみに基づいたものに大別される。しかしながら、靱性を理論的に検討したものは極めて少ないのが現状である。この理由として、曲げ降伏後のせん断性状が複雑かつ不明確であることがあげられる。一方、ヨーロッパ、カナダを中心として、RC部材の終局せん断耐力を塑性論に基づいて求める研究が盛んに行われており、これを用いて、終局せん断耐力をかなり精度よく推定することが可能である。塑性論は部材の耐力のみを扱い、変形を算出することができないが、本研究では、塑性論に基づいて算出した有効係数から、RC部材の靱性能を定量的に評価することを試みた。

2. 終局変形時における有効係数の評価

通常のRC柱が正負繰返し载荷を受ける場合の典型的な荷重-変位曲線を示すと図-1のようになる。軸方向鉄筋の降伏後、最大耐力に達し、その後変形が増大し、最終的にはせん断破壊が生じて耐力が急激に減少し崩壊に至る。本研究では、このような破壊過程により靱性が定まる場合について考えることにする。すなわち、終局変形能は、降伏後のせん断耐力に大きく依存することになる。降伏後のせん断耐力がどのようなメカニズムにより減少するかについてはこれまで全く解明されていない。ここでは、降伏後のせん断耐力が減少する原因をコンクリートの有効強度の減少に帰着することにした。RC部材を力の流れに従ってモデル化し（図-2）、降伏条件として、1) せん断補強筋の降伏、および2) 腹部コンクリートの圧壊を仮定すると、以下の式が成り立つ。

$V_s = Z \cdot \cot \theta \cdot A_w \cdot f_{wy} / s$ (V_s : せん断補強筋が受けもつせん断耐力)

$V_c = \nu \cdot f_c' \cdot b \cdot z \cdot (\sin \theta + \cos \theta)$... (V_c : 腹部コンクリートが受けもつせん断耐力)

ここに、 Z =アーム長、 A_w =スターラップの面積、 f_{wy} =スターラップの降伏点、 s =スターラップの間隔、 f_c' =コンクリートの圧縮強度、 b =腹部の幅、 $V_s = V_c$ とおくことによってせん断耐力および θ を求めることができる。 ν は一般に有効係数と呼ばれるもので、単にクラックが生じたコンクリートの圧縮強度の低減係数だけではなく、骨材のかみあわせ、およびせん断補強筋による拘束効果の劣化をも加味した低減係数である。この有効係数の概念を、終局変位時におけるせん断耐力、すなわち、せん断破壊が支配的となる場合について求めた。この場合、終局変位は最大耐力の80%に低下す

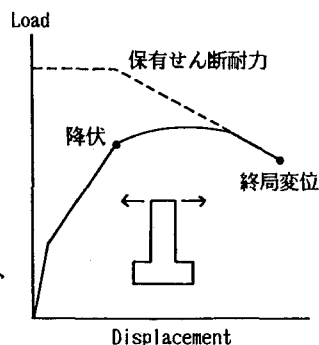


図-1 荷重-変位関係

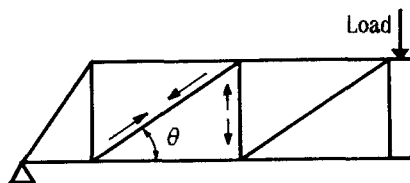


図-2 部材のモデル化

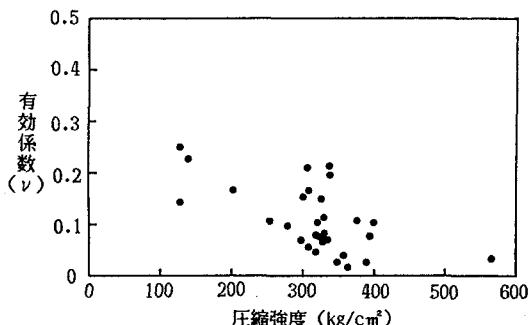


図-3 終局変位時における有効係数と圧縮強度

る時の変位とした。計算に用いた実験供試体の総数は32体で、実験要因は次に示すとおりである。
引張鉄筋比: 0.59 ~ 1.66 %, 帯鉄筋比: 0.06 ~ 0.48%, コンクリート強度: 128 ~ 565kg/cm²,
せん断スパン比: 2.5 ~ 6.0, 軸圧縮応力度: 0 ~ 30kg/cm², 粗骨材の最大寸法: 5 ~ 25mm, 繰返し回数: 1 ~ 30回。

図-3はコンクリートの圧縮強度と終局変形時における有効係数(ν)の関係を示したものである、圧縮強度の増大とともに ν は減少する傾向にある。この傾向は、軸方向鉄筋が降伏する前にせん断破壊した数多くのRCはりから求まる ν と同様の傾向を示している。図-4は実験から得られた靱性率($\delta u / \delta y$, δu : 終局変位, δy : 降伏変位)と終局変形時における ν との関係を示したものである。 ν は靱性率の増加とともに減少する傾向にある。すなわち、降伏前における保有せん断耐力が大きい場合(降伏する前にせん断破壊する場合の ν は、一般に0.6 ~ 0.8程度である)には、大きな変形能が期待できるので、終局変形時における ν の値は小さくなることを意味している。図では少しばらついているがこれを直線回帰することにした。

3. 靱性率の推定

上で得られた有効係数と靱性率との関係から、部材の靱性率を推定してみることにする。まず、曲げ耐力を計算によって求め、これの80%に相当する耐力を終局変形時のせん断耐力であるとして、先に示した降伏条件より有効係数を求める。求まった有効係数から、上で求めた回帰直線を用いて靱性率を算定することができる。図-5は、靱性率の計算値と実験値を比較したものである。全般に計算値の方が実験値より大きな値となっているが、ある程度の精度で靱性率を求めることが可能であると言える。

4. まとめ

曲げ降伏後のせん断耐力の減少を塑性論より求まる有効係数の低減で表し、これを用いて靱性能を定量的に評価することを試みた。今後さらに、各要因と有効係数の関係について検討し、靱性を適切に評価でき得るモデルを作成する予定である。

本研究はスイス連邦工科大学(ETH)で行われたものの一部をとりまとめたものである。研究を行うに当たって、日本学術振興会に謝意を表す。

参考文献

- [1] 桧貝, Rizkalla, S., Ben-Omran, H. and Saadat, F.: 大変位の繰返しによる鉄筋コンクリート部材のせん断破壊, 第6回コンクリート工学年次講演論文集, pp.505~508, 1984
- [2] 町田, 睦好, 豊田: RC部材の塑性変形能定量化に関する研究, 土木学会論文集, pp.203~212, 1987
- [3] 建設省土木研究所: RC橋脚の動的耐力に関する実験的研究, 土木研究所資料 第2232号, 1985.
- [4] Nielsen, M.P., Braestrup, M.W.: Concrete Plasticity, DANSK SELSKAB FOR BYGNINGSSTATIK Specialpublikation, Oktober 1978
- [5] Muttoni, A., Schwartz, J. and Thurlimann, B.: Bemessen und Konstruieren von Stahlbetontragwerken mit Spannungsfeldern, IBK, ETH, 1988

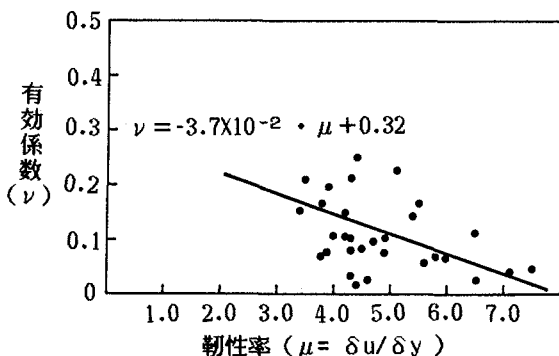


図-4 有効係数(ν)と靱性率(μ)

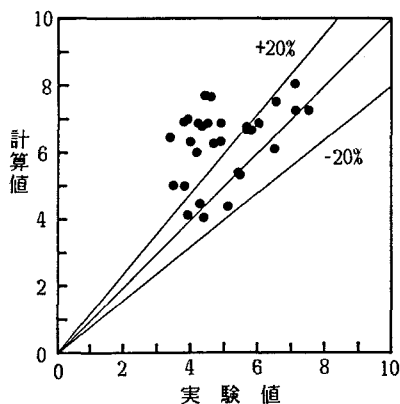


図-5 計算値と実験値の比較