

載荷方法の違いが靶性率に及ぼす影響とその定量化の一手法に関する研究

建設省中部地方建設局 正会員 中村 一郎

中部大学工学部 フェローハイメン 平澤 征夫

1.はじめに

兵庫県南部地震以後、RC柱の保有靶性率の問題が着目されると共に、許容靶性率の大きさに関する再検討がなされた。従来の変位靶性率の定義では、載荷方法の違いや高強度材料を用いた場合の靶性率を正確に表現することは難しいという問題があり、現在では動的解析により求めた部材の終局変位と降伏変位で靶性率を決定し、許容靶性率の大きさも従来よりは大きめに定められている。本研究は、4種類の載荷方法の違いによって得られた荷重～変位包絡線から、ある損傷を受けた時の部材の等価剛性 E を定義することによって、載荷方法の違いが靶性率に及ぼす影響を明らかにし、その定量化の方法を提案するものである。

2.実験方法

実験は図-1に示すような $15 \times 15\text{cm}$ の断面をもつ供試体を4体作成した。軸方向鉄筋にはD10mm筋を8本、帯鉄筋には $\phi 6\text{mm}$ 筋を10cm間隔で配筋した。実験装置には静的載荷装置(MTS)を用いて行い、載荷方法としては、単調載荷、片振幅載荷、正負交番載荷、3回正負交番載荷の4種類とした。また、各載荷方法によって得られた靶性率と靶性低下率(単調載荷の靶性率に対するそれぞれの載荷方法の靶性率の割合(%))を表-1に示す。

3.靶性率の定量化

(1)等価剛性の定義

ここでは、剛性の低下と応答変位の変化に着目し、載荷方法の違いにより得られたそれぞれの荷重～変位包絡線より、ある損傷を受けた時の柱基部の等価剛性 E を図-2に示す文字を用いて、次式で定義する。

$$E = (E_1 + E_2)/2 = ((Y_1/X_1) + (Y_2/X_2))/2$$

ただし、一方向載荷を行った供試体に対する等価剛性は応答変位で評価し、正負交番載荷は等価剛性を平均応答変位で評価する。

(2)等価剛性～応答変位の自然対数関係

まず、図-3のa,bは縦軸に等価剛性 E を、横軸には応答変位 X の自然対数 $\ln(X)$ をとって、それぞれの供試体の鉄筋降伏時の変位 $1\delta_y$ 以後を示したものである。これらの図より、線形関係を当てはめると、図-3aのような単調載荷(一方向載荷)ではその適合性が良くないことがわかる。しかし、図-3bのような正負交番載荷に対しては良く適合していくことがわかる。

(3)相対等価剛性～相対応答変位関係

つぎに、図-4は縦軸に等価剛性 E を鉄筋降伏時のそれぞれの等価剛性 E_y で除した相対等価剛性 E/E_y をとり、横軸には応答変位 X を鉄筋降伏時のそれぞれの鉄筋降伏時の変位 $1\delta_y$ で除した相対等価剛性 X/δ_y をとて両者の関係を示したものである。図より、相対剛性は正負交番載荷、一方向載荷、単調載荷の順に低下していること

靶性率 靶性低下率 等価剛性 相対等価剛性 相対等局変位

中部大学 工学部 土木工学科(〒487 愛知県春日井市松本町 1200.TEL(0568)51-1111.FAX(0568)52-0134)

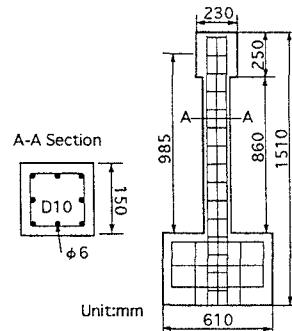


図-1 供試体の形状・寸法

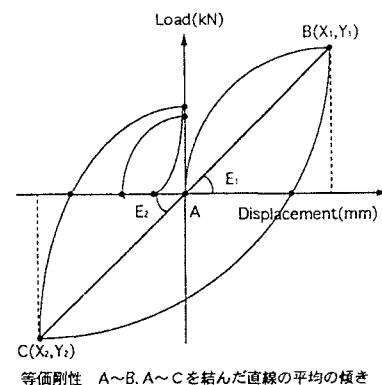


図-2 等価剛性の定義

がわかる。これは単調載荷のような一方向載荷では、常に高い応力を維持しながら載荷されているのに対し、正負交番載荷では高応力で停留する時間は短く、正負に載荷されるので応力の負担が分散・緩和されるためであると考えられる。また、終局剛性(計測された終局変位時の相対等価剛性)を各供試体別に比較すると、正負交番載荷の場合、相対等価剛性の値がほぼ20%にまで低下した時点で終了しているが、一方向載荷の終局剛性は相対等価剛性の約15%以下にまで低下した時点で終局に到っていることがわかる。

(4) 相対等価剛性～相対終局変位関係

図-5は縦軸に相対等価剛性を、横軸には応答変位 X をそれぞれの終局変位 δ_u で除した相対終局変位をとり、これらの関係を示したものである。ここで、この両者にある一定の関係が成立すると仮定し、今回は簡単のため、双曲線 $f(x)=a/x$ の関係を当てはめてみた。その結果を表-1に示す。ここで、係数 a は載荷方法が異なることにより傾きが変化する定数として表すことができる。そこで、単調載荷で得られた係数を100%とし、各載荷方法による係数の違いを比較した結果、片振幅載荷では約86%、正負交番載荷では約58%、3回正負交番載荷では約50%に低下することが明らかとなった。これは、韌性低下率とほぼ一致する結果となった。

以上のことから、従来では決定しにくい終局変位のみで韌性率を定量化してきたが、今後は終局時の剛性低下割合を与えれば、韌性率の算定が可能となることがわかる。

表-1 双曲線当てはめの結果と相対割合

	$f(x)=a/x$	R^2	R	$a_1/a(\%)$	μ	μ/μ_1
ST95-1	0.00952	0.988	0.994	100	11.9	100
ST95-2	0.11027	0.975	0.987	86.4	9.8	83
ST95-3	0.16381	0.902	0.950	58.1	6.9	59
ST95-4	0.19164	0.925	0.962	49.7	5.9	50

4まとめ

本研究では、RC柱部材の韌性を評価する上で重要と考えられる載荷方法の違いが、韌性率に及ぼす影響を検討し、その定量化の一手法を提案した。すなわち、相対等価剛性と相対終局変位の関係を用いることにより、韌性率を変位の面からのみ評価するのではなく、剛性低下と変位の両面から評価することが可能であることが明らかとなった。

[参考文献] 1)中村,加納,平澤,都築:RC柱部材のじん性に及ぼす載荷方法の影響に関する基礎的研究,土木学会第51年次学術講演会,V-501 pp.1000-1001 2)加納,平澤:微小荷重載荷によるRC正方形断面柱の履歴最大応答変位および荷重の推定に関する基礎的研究,材料,Vol46,No.5,May,1997.

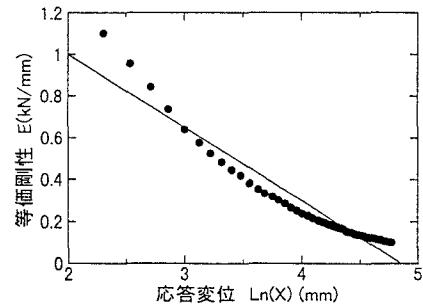


図-3a 等価剛性～応答変位関係(ST95-1)

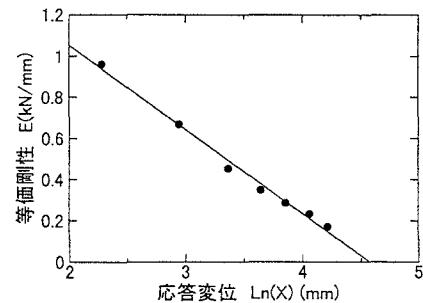


図-3b 等価剛性～応答変位関係(ST95-1)

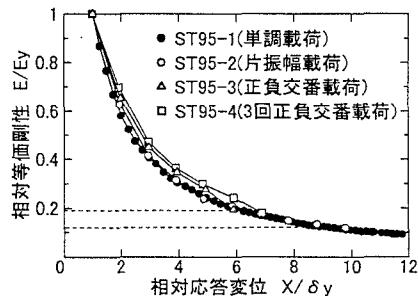


図-4 相対等価剛性～相対応答変位関係

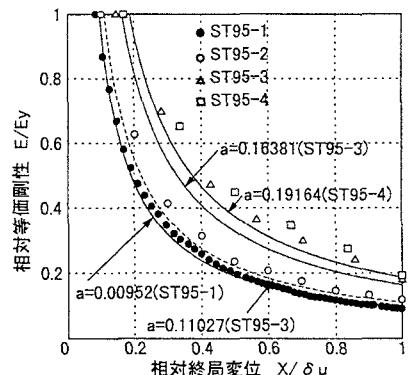


図-5 相対等価剛性～相対終局変位関係