

V-365

正負繰返し载荷を受けるRCはりの累積消費エネルギーによる損傷度評価

芝浦工業大学 学生員 本郷和徳
 東京大学生産技術研究所 正会員 魚本健人
 芝浦工業大学 正会員 矢島哲司

1. はじめに

コンクリート構造物が地震等を受けた場合、その後の構造物の余力判定や、劣化・損傷の程度を評価する方法は重要であり、これまでも多くの損傷評価法が提案されている。より適切に損傷程度の状態を評価するには、累積された損傷評価の概念を導入することが必要であると考えられる。そこで本研究では、前報¹⁾(T1シリーズ)で得られたRC単純はりが一定の累積消費エネルギーで破壊に至るという結果を考慮し、せん断スパン比(a/d)、腹鉄筋比(Pw)の異なる3シリーズについて各種の正負繰返し载荷を破壊まで行い、破壊時までの累積消費エネルギー量を求めた。その結果をもとに载荷履歴の影響や累積された損傷度を考慮した損傷評価方法を提案し、検討したものである。なお本研究における破壊時とは動的繰返し载荷中に荷重が0付近まで大きく低下するか、または鉄筋が切断した時点とした。

2. 試験体および実験概要

実験に用いた試験体は、図-1および表-1に示すように形状寸法が同一で腹鉄筋比(Pw)が異なる2種類(T1, S1シリーズ: Pw=0.97%, T2シリーズ: Pw=0.48%)のRC単純はりである。使用したコンクリートの圧縮強度は450~493 kgf/cm²であり、鉄筋は、主筋D13(SD345 使用:降伏点368N/mm²,引張強さ561N/mm²),腹鉄筋D10(SD295A 使用:降伏点370N/mm²,引張強さ498N/mm²)である。

载荷方法は、せん断スパン比(a/d)を変えた2種類(T1, T2シリーズ: a/d=5.16, S1シリーズ: a/d=3.91)について、静的一方向载荷より得られた部材の降伏変位を δy (約 T1:約8mm, p=3.51t, T2:約8mm, P=3.70t, S1:約8mm, P=4.78t)とし、表-2に示すような同一振幅による動的正負交番繰返し载荷と図-2に示すような正負非対称の変位を持つ模擬波形による载荷(EL CENTRO 1940 E-W 成分の一部を三角波とした模擬波形でこれを1組み合わせサイクルとする。)を変位制御により破壊まで行った。変位測定は、部材中央に変位計をセットして行った。

3. 結果及び考察

結果については、T1, T2(a/d=5.61)シリーズとS1(a/d=3.91)シリーズの消費エネルギー特性を同一条件で比較するために、S1シリーズの荷重値をそれぞれのa/dの比1.32(=5.61/3.91)で除して荷重値の修正を行ってエネルギーを比較検討した。図-3は同一振幅繰返し载荷の各振幅レベルにおける各シリーズの1サイクルあたりの平均消費エネルギー(ΔW)を示したもので、各振幅レベルにおける ΔW は、各シリーズともほぼ同じような

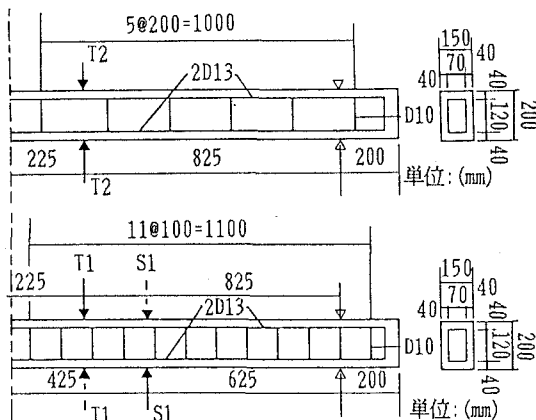


図-1 試験体諸元

表-1

実験シリーズ	Pt(%)	Pw(%)	a/d
T1シリーズ	1.05	0.97	5.16
T2シリーズ	1.05	0.48	5.16
S1シリーズ	1.05	0.97	3.91

表-2

载荷振幅	波形・载荷速度	実験シリーズ
$\pm 1 \delta y$	sin波、0.4Hz	T1, S1
$\pm 1.5 \delta y$	sin波、0.2Hz	S1
$\pm 2 \delta y$	sin波、0.2Hz	T1, T2, S1
$\pm 3 \delta y$	sin波、0.2Hz	T1, S1
$\pm 4 \delta y$	sin波、0.1Hz	T1, T2, S1
$\pm 5 \delta y$	sin波、0.1Hz	T1
模擬波	三角波(図-2)	T1, T2, S1

傾向および値を示していることが分かる。図-4は同一振幅繰り返し载荷の各シリーズの破壊時までの累積消費エネルギー(ΣΔW)を示したもので、各振幅レベルにおけるΣΔWは、T1とT2シリーズは腹鉄筋比が異なるがほぼ同じ値で破壊に至っている。S1シリーズにおいては、若干のばらつきがみられるが、ほぼ一定の累積消費エネルギーで破壊に至っている。この結果から破壊時までの累積消費エネルギーを本実験で用いた試験体の最大消費エネルギーと考え、この値を用いた損傷度指標を次のように定義した。

$$D. I. E (\text{エネルギー損傷度}) = k \cdot \Sigma \Delta W_i / W_{max}$$

ここで、 k : 係数、 $\Sigma \Delta W_i$: i サイクルまでの累積消費エネルギー、 W_{max} : 最大消費エネルギー
この損傷度(D. I. E)は0~1.0の間の値となり、1.0が破壊である。図-5、図-6は±2δyの同一振幅繰り返し载荷および模擬波形の繰り返し回数と各シリーズのD. I. Eの関係を示している。なおここで用いた W_{max} は各シリーズの破壊時までの累積消費エネルギーの平均値を用い、 $k=1$ とした。±2δyについては、各シリーズとも同様な傾向が得られた。模擬波については、T1, T2とS1について同じ組み合わせサイクル数の外力を作用させた場合S1は若干異なる指標を与えているがこれは、 a/d の違いが原因と考えられる。

4. まとめ

a/d の違いによる最大消費エネルギーに若干の相違はあるが、最大消費エネルギーを基準とした累積損傷度の指標の可能性が示されたと考えられる。

参考文献: 1) 魚本健人、本郷和徳、矢島哲司; 大変形混合液の繰り返し载荷をうけるRCはりの履歴減衰エネルギー特性、土木学会第46回年次学術講演概要集第V部, pp. 762-763, 平成3年9月

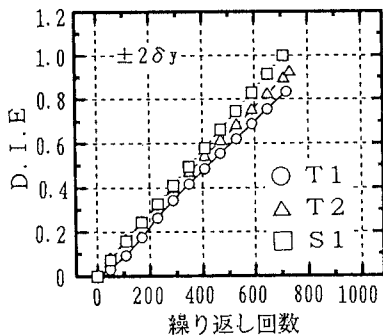


図-5 繰り返し回数とD. I. E(±2δy)

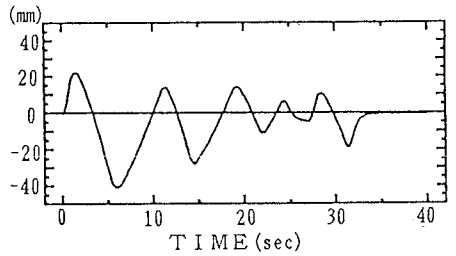


図-2 载荷波形(模擬波)

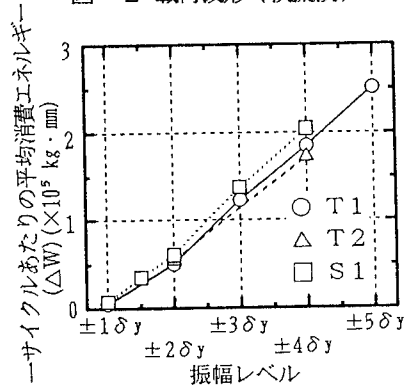


図-3 各振幅レベルにおけるΔW

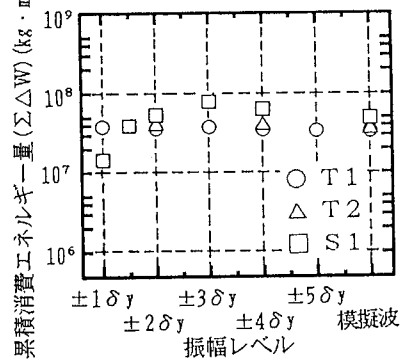


図-4 各振幅レベルにおけるΣΔW

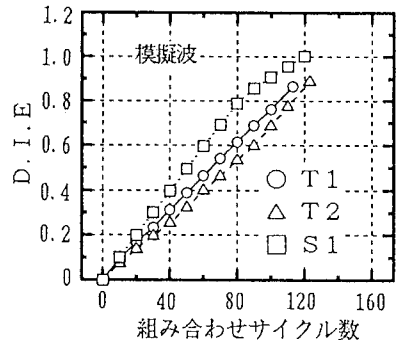


図-6 組み合わせサイクル数とD. I. E(模擬波)