

# (V-18) 大変形正負繰返し载荷を受けるRC梁の累積消費エネルギー量特性

千葉工業大学 学生会員 ○千葉 信宏  
 千葉工業大学 正会員 足立 一郎  
 芝浦工業大学 学生会員 本郷 和徳  
 東京大学生産技術研究所 正会員 魚本 健人

## 1. はじめに

コンクリート構造物に大地震等による過大な外力が繰返し作用した場合、被災後の構造物の損傷程度および余力を適切に評価するために累積された損傷を考慮する必要があると考えられる。既報<sup>1), 2)</sup>においては、主鉄筋比が等しくせん断スパン比と腹鉄筋比が異なる梁について各種の正負繰返し载荷を破壊時までに行い、破壊時までの累積消費エネルギー量を求めた。その結果、累積消費エネルギー量は载荷変位の相違にかかわらずほぼ一定となり、累積損傷と密接な関係を示すことが確認された。そこで、本研究では既報の試験体(Tシリーズ)と主鉄筋比が異なる試験体(UTシリーズ)について各種の正負繰返し载荷を破壊時までに行い、破壊時までの累積消費エネルギー量を求め、破壊時までの挙動について既報の試験体と比較しながら検討したものである。なお、本研究における破壊とは正負繰返し载荷中に荷重が0付近までに大きく低下するか、または鉄筋が切断した時点とした。

## 2. 試験体および実験方法

実験に用いた試験体の断面諸元は図-1および表-1に示す通りである。使用したコンクリートの圧縮強度は400 kgf/cm<sup>2</sup>、鉄筋は、主鉄筋D10、スターラップはD6を使用した。また、せん断スパン比  $a/d = 5.16$  である。载荷方法は静的一方向载荷により得られた部材の降伏変位  $\delta_y$  (約5 mm、 $P_y = 2.0$  t) を基に、変位制御による各種の同一変位による動的正負交互繰返し载荷 ( $\pm 2\delta_y \sim \pm 5\delta_y$ ) と図-2に示すように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1部を三角波とした模擬波形で、これを1組合わせサイクルとする。)である。なお、変位測定は部材中央に変位計をセットして行った。

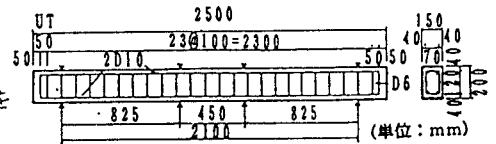


図-1 試験体諸元

表-1 試験体諸元

| 項目<br>試験体 | 断面<br>h × b<br>(mm) | a/d  | 鉄筋                                                            |                             |                              |                 | コンクリート<br>強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------|---------------------|------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
|           |                     |      | 鉄筋量<br>A <sub>s</sub> =A <sub>s</sub> '<br>(mm <sup>2</sup> ) | 降伏点<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強さ<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 鉄筋比<br>(ρ = ρ') |                                       |
| U T       | 200×150             | 5.16 | 2D10<br>1.43(cm <sup>2</sup> )                                | 330                         | 470                          | 0.59            | 400                                   |

| 試験体 | Pt (%) | Pw (%) | $a/d$ |
|-----|--------|--------|-------|
| T   | 1.05   | 0.97   | 5.16  |
| UT  | 0.59   | 0.42   | 5.16  |

## 3. 結果および考察

図-3は各種の同一振幅で動的繰返し载荷を行った際の本試験体(UTシリーズ)の耐荷力への影響を示したもので、繰返し回数の増加にともない耐荷力は漸減するが、载荷変位が大きく異なっているにもかかわらず耐荷力にあまり差異はない。破壊に関してはいずれの場合においても突然生じたが、破壊形態は鉄筋の切断であった。

図-4は同一振幅繰返し载荷の各変位における1サイクルあたりの平均消費エネルギー量( $\Delta W$ )を示したものである。 $\Delta W$ は破壊時までの累積消費エネルギー量( $\Sigma \Delta W$ )を破壊回数(N)で除した値である。なお、同時に既

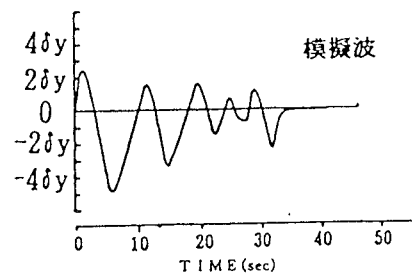


図-2 载荷波形

報のT試験体（主鉄筋比：1.05%）の結果も併記した。いずれの変位においてもT試験体と同様に1サイクルあたりの平均消費エネルギー量（ $\Delta W$ ）は変位の増加にともない直線的に増加している。

図-5および表-2は同一振幅繰り返し载荷の破壊時までの累積消費エネルギー量（ $\Sigma \Delta W$ ）と各種の载荷変位との関係を示したもので、併記した既報のT試験体と同様に、多少のばらつきはあるものの载荷変位の相違にもかかわらずほぼ一定の値を示している。なお、図-4、図-5において実験結果がTシリーズよりUTシリーズのほうが小さい値を示した理由は、正負の繰り返し载荷を受ける梁の耐力はコンクリートのひび割れが発生した以後、主に主鉄筋比が支配するため、主鉄筋比の差が累積消費エネルギー量に影響を及ぼしたためと考えられる。

なお、正負非対称の模擬波形の破壊時までの累積消費エネルギー量（ $\Sigma \Delta W$ ）の結果はT試験体の結果とは異なり他の試験体の約2.1倍の値を示した。

#### 4. まとめ

本実験の結果を以下にまとめる。

- ① 1サイクルあたりの平均消費エネルギー量（ $\Delta W$ ）は変位の増加にともない直線的に増加した。
- ② 载荷変位の相違にもかかわらず、破壊時までの累積消費エネルギー量（ $\Sigma \Delta W$ ）は多少のばらつきはあるもののほぼ一定の値を示した。また、既報の主鉄筋比が異なるT試験体の累積消費エネルギー量（ $\Sigma \Delta W$ ）の値とは大きく異なった値を示した。

表-2 実験結果

| UTシリーズ          |          |                                         |                                         |
|-----------------|----------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 変位              | 破壊回数 (N) | 1サイクルあたりの消費エネルギー量 ( $\Delta W$ )(kg・mm) | 累積消費エネルギー量 ( $\Sigma \Delta W$ )(kg・mm) |
| $\pm 2\delta y$ | 662      | $1.16 \times 10^4$                      | $7.42 \times 10^6$                      |
| $\pm 3\delta y$ | 235      | $2.47 \times 10^4$                      | $6.96 \times 10^6$                      |
| $\pm 4\delta y$ | 140      | $4.05 \times 10^4$                      | $6.71 \times 10^6$                      |
| $\pm 5\delta y$ | 72       | $5.42 \times 10^4$                      | $5.44 \times 10^6$                      |
|                 |          |                                         | $6.63 \times 10^6$ (平均値)                |
| 模擬波             | 159サイクル  |                                         | $1.40 \times 10^7$                      |

#### 参考文献：

- 1) 魚本、本郷、矢島：大変形混合液の繰り返し载荷を受けるRCはりの履歴減衰エネルギー特性、土木学会第46回年次学術講演会、1991. 9
- 2) 本郷、魚本、矢島：正負繰り返し载荷を受けるRC梁の累積消費エネルギー量による損傷度評価、土木学会第47回年次学術講演会、1992. 9

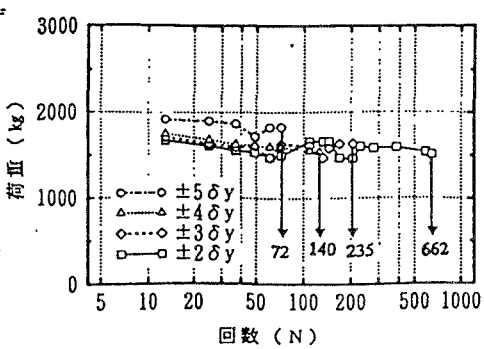


図-3 荷重-回数 (UT)

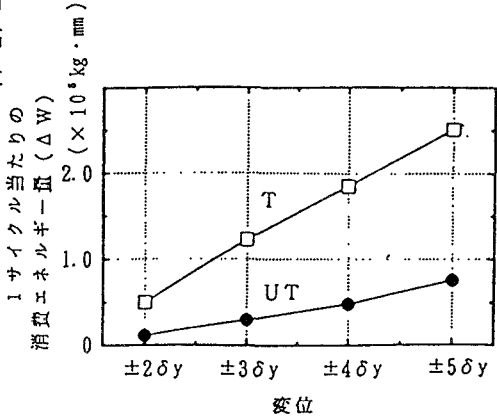


図-4 1サイクル当たりの消費エネルギー量（ $\Delta W$ ）

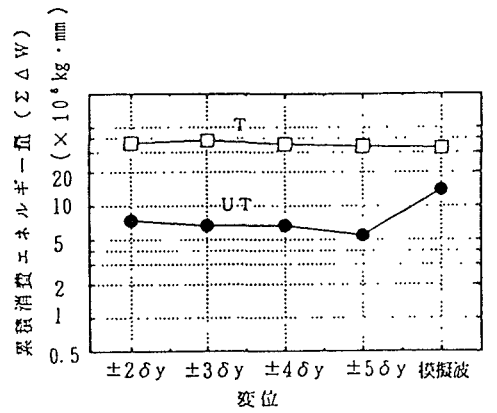


図-5 累積消費エネルギー量（ $\Sigma \Delta W$ ）