

V-58 R C 部材の靱性評価に関する一考察

○東北大学 学 中野渡良長
 東北大学 学 中村 泰介
 東北大学 正 鈴木 基行

1. まえがき

R C 構造物の耐震性を検討する場合、部材や構造物の強度と共に、それらの変形性能を定量的に把握する必要がある。本研究はせん断スパン比 (a/d) が4程度で正負交番繰返し載荷されたR C柱を対象に、変形性能の定式化を目的としたものである。

2. 供試体諸元

表-1に供試体諸元を示す。Tシリーズのものは、断面は40cm×40cm、繰返し回数が5回である。Y-1~Y-3は断面が13cm×30cm、Y-4~Y-7は15cm×30cm、Y-8は、50cm×33cm、Y-9~Y-11は、15cm×30cm、繰返し回数は3回である。載荷方法は、静的交番繰返しで各 δ_y の整数倍である。

3. 靱性率の表現方法

包絡線の検討を行ったところ、(図-2) $P_{max} = 1.2 \times P_y$
 $P_u = 0.9 \times P_{max}$
 P_{max} の位置を2 δ_y として包絡線を決定したところ、実際の包絡線とほぼ一致した。1つの例を図2に示す。実験値は図-3である。これより、靱性率を荷重-変位曲線での面積で表現するにせよ、変位量で表現するにせよ、終局時の変位量が判れば良いことになる。従って終局時の δ_u/δ_y を算定することに目的をおいた。

4. 終局状態の定義

交番繰返し荷重を受ける場合、同じ変位での1サイクル目に対して2サイクル目以降での低下がみられる。(図-3)1サイクル目の荷重を P_1 、2サイクル目以降の荷重を P_n とすれば、これを $(P_1 - P_n)/P_1$ と表し低下率と呼ぶ。変位が1 δ_y 、2 δ_y と進むにつれて低下率が下がり、さらに変位が進むと低下率が急激に増加する。この低下率が急激に増加する変位を終局時の変位と定義する。終局時の変位を δ_u とすると $\mu = \delta_u/\delta_y$ とする。

表-1 供試体諸元と靱性率

柱No.	a/d	降伏変位 (mm)	軸方向鉄筋比 (%)	帯鉄筋比 (%)	軸力 (kg/cm ²)	δ_u/δ_y
T-1	4.00	6.9	0.950	0.357	15	7
T-2	4.00	13.0	3.800	0.357	15	5
T-3	4.00	11.0	2.149	0.238	15	5
T-4	4.00	11.0	2.149	0.158	15	4
T-5	4.00	10.5	2.149	0.285	15	5
T-6	4.00	10.4	2.149	0.178	10	5
T-7	4.00	10.5	2.149	0.357	40	4
T-8	4.00	10.0	2.149	0.357	0	6
T-9	4.00	9.0	1.490	0.357	15	5
T-10	4.00	9.1	1.490	0.238	15	6
T-11	4.00	9.0	1.490	0.158	15	5
Y-1	4.00	3.5	1.297	0.000	0	5
Y-2	4.00	4.3	1.297	0.104	0	7
Y-3	4.00	3.9	1.297	0.193	0	8
Y-4	4.00	4.8	1.764	0.000	0	4
Y-5	4.00	4.9	1.764	0.107	0	6
Y-6	4.00	5.1	1.764	0.209	0	6
Y-7	4.00	4.9	1.764	0.314	0	7
Y-8	4.11	4.2	1.091	0.000	0	7
Y-9	3.85	3.5	1.124	0.000	0	6
Y-10	3.85	5.1	1.124	0.160	0	7
Y-11	3.85	3.7	1.124	0.330	0	10

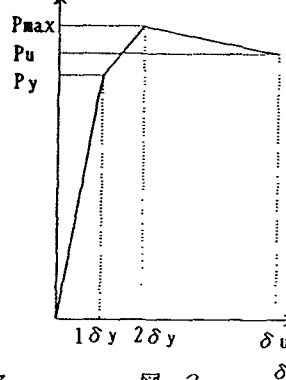


図-2

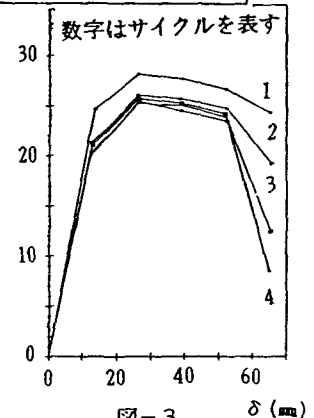


図-3

5. 靱性率算定式

靱性率には、PL, PW, σ/f'_c , a/d が、大きな影響を及ぼすと考えられる。今回は、 $a/d=3.85 \sim 4.11$ なのでこれを考慮にいれずに検討した。線形であるとして、

$$\mu = 4.9 - 1.8 \log PL - 11.5 \sigma / f'_c + 4.1 (PW)^{0.5} \quad (T \text{ シリーズ})$$

相関係数 $R=78.4(\%)$

PL(%); 軸方向鉄筋比

$$\mu = 6.7 - 4.9 \log PL + 5.4 (PW)^{0.5} \quad (Y \text{ シリーズ})$$

σ (kmf/cm²); 軸圧縮応力度

相関係数 $R=93.0(\%)$

f'_c ; コンクリートの圧縮度

$$\mu = 6.2 - 3.1 \log PL - 23.8 \sigma / f'_c + 4.6 (PW)^{0.5} \quad (T, Y \text{ 混合})$$

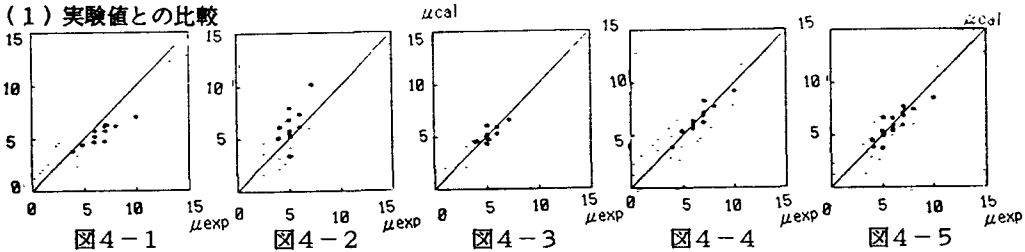
PW(%); 帯鉄筋比

相関係数 $R=87.3(\%)$

上式より、PL, σ/f'_c が大きくなると靱性率は小さくなる。またPWが大きくなれば靱性率は大きくなる。これは一般に言われていることと一致する。

6. 提案した靱性率評価式の検討

(1) 実験値との比較



上図は横軸を実験値、縦軸を計算値で、実線は計算値と実験値が一致した点である。図4-1はTの式にYのデータを、図4-2はYの式にTのデータを、図4-3はTの式にTのデータを、図4-4はYの式にYのデータを、図4-5は、T、Y混合の式に、T、Yのデータを入れたものである。図4-1において靱性率 μ が計算値より実験値が大きくなり、図4-2において実験値が小さくなったのは、繰り返し回数がTシリーズの実験は5回であるのに対して、Yシリーズの実験が3回であるため、Tシリーズの実験供試体はYシリーズの実験供試体に比べてより損傷を受けていると思われるためである。また、軸力の影響をYシリーズでは考慮されていない点も挙げられる。従ってTシリーズの供試体は、靱性率が小さくそれに比べてYシリーズの供試体は靱性率が大きくなっている。繰り返し回数は、靱性に大きな影響を及ぼすため、今後、これを取り入れた靱性率を明確に定量化する必要がある。

(2) 既往の靱性評価式との比較

表-5

	町田らの式	提案式	実験値		町田らの式	提案式	実験値
T-1	12.3	7.4	7.0	Y-1	4.3	5.4	5.0
T-2	4.2	2.8	2.0	Y-2	2.2	6.9	7.0
T-3	4.7	2.0	2.0	Y-3	2.0	6.4	6.0
T-4	4.1	2.0	2.0	Y-4	1.6	4.2	4.0
T-5	5.1	2.3	2.0	Y-5	1.3	6.0	6.0
T-6	4.4	2.1	2.0	Y-6	1.3	6.6	6.0
T-7	5.2	3.9	4.0	Y-7	1.3	7.0	7.0
T-8	6.1	6.6	6.0	Y-8	10.4	6.0	7.0
T-9	7.8	6.6	6.0	Y-9	10.6	5.9	6.0
T-10	6.9	5.5	6.0	Y-10	10.6	7.7	7.0
T-11	6.3	5.0	5.0	Y-11	10.6	8.5	10.0

結果を表-5に示す。町田らの式では、

$a/d \geq 2$, $PT(\%) \geq 0.24$, $PW(\%) \leq 0.24$, σ (kmf/cm²) ≤ 40 の範囲内では、靱性率は比較的よい精度で評価されるが、やや過大な評価をしている。これは、終局についての定義のし方の違いにもよると思われる。

今回の提案式では、適用範囲が狭く、改善の余地がある。

(参考文献) 町田、睦好、豊田：鉄筋コンクリート部材の塑性変形能定量化に関する研究，土木学会論文集第378号，1987,2