

1. はじめに

鉄筋コンクリート部材の地震時の安全性の検討は、一般に静的な震度法により応力度の検討を行っているが、大地震によるぜい性的な破壊の危険を少なくするためには、鉄筋応力がその降伏点をこえてもある範囲内では、急激な破壊を生ぜず、ねばりをもって変形し得るような(じん性の高い)構造とすることが必要と考えられる。

このような鉄筋コンクリート部材の地震時における挙動の解明を目的とした実験、研究は、従来から建築分野を主に、数多く行われている。本研究は、筆者達が行った軸方向鉄筋比、帯鉄筋比、軸方向力等を変化させた脚柱の水平力交番載荷試験、および他機関で数多く行われた実験データの分析を行い、じん性に与える各要素の影響について調査したものである。対象としたデータは、土木系および建築系あわせて283体である。

2. 鉄筋コンクリート部材のじん性に影響を与える要素

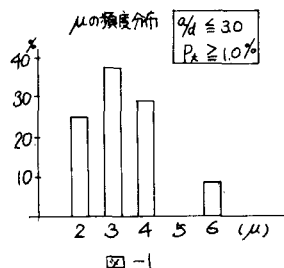
鉄筋コンクリート部材のじん性に影響を与える要素には、せん断スパン比(以下、 $\%d$ という)、軸方向鉄筋比(以下、 P_k という)、軸方向圧縮応力度(以下、 σ_c という)、せん断補強鉄筋(帯鉄筋およびスターラップ)比(以下、 P_w という)、およびその形状、軸方向配筋等が考えられる。各要素は、単独で作用するものではなく、相互に影響を及ぼしてじん性に関係している。以下に、各要素のじん性に与える影響と、じん性率(以下、 μ という)を40以上とするような条件について述べる。

じん性率は次の様に定義した。曲げ応力の最大となる断面位置における引張鉄筋のひずみが降伏ひずみに達する時の供試体の変位を降伏変位(δ_y)とし、その後変位制御により荷の整数倍の変位を片振幅として交番載荷試験を行い、各変位段階における1回目の載荷重量が降伏耐力以下になる場合、または、10回繰り返すうちに降伏耐力の50%以下になる時のいずれか小さい方の変位を終局変位(δ_u)とし、 δ_y に対する比 δ_u/δ_y をじん性率(μ)とした。

2-1) 軸方向鉄筋比 P_k

一般に、曲げ終局耐力とせん断終局耐力の比が大きくなるほど部材はせん断破壊を生じ易くなり、したがってじん性も小さくなる。

軸方向鉄筋比(P_k)が大きいか方が曲げ終局耐力とせん断終局耐力の比が大きくなり、部材はせん断破壊や付着破壊を生じ易い。とくに、せん断スパン比が30以下の部材では P_k を1%以下とするのがよいと思われる。図-1に、せん断スパン比が30以下で P_k が1%以上の供試体のじん性率(μ)の頻度分布を示す。

2-2) 軸方向圧縮応力度比 $\eta = \sigma_c / f_c$ f_c : コンクリート圧縮強度

軸方向圧縮応力度比(η)の大きなものほど、曲げ降伏しても小さな塑性変形下でせん断破壊を生じ易い。一般に、 η が0.05以下の範囲であればじん性は良好である。また、引張軸力が作用する供試体は付着破壊を生じてじん性も低いようである。図-2は、せん断スパン比を2.33とした場合の η と μ の関係を示したものである。

が0.25以上のものは μ が4以下であり、 η が0.25以下のものは適切な補強を行うことにより μ を40以上確保できると考えられる。図-3は、せん断スパン比を2.84以上とした場合の η と μ の関係を示したものである。供試体は全て η が0.25以下であるが、補強鉄筋比(P_w)の小さいもの($P_w = 0.04 \sim 0.16\%$)を除いて μ は40以上となっている。

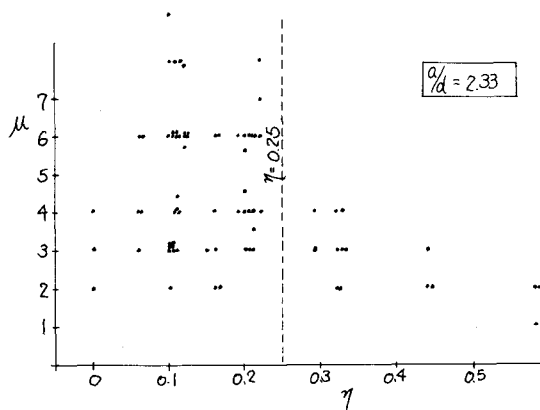


図-2

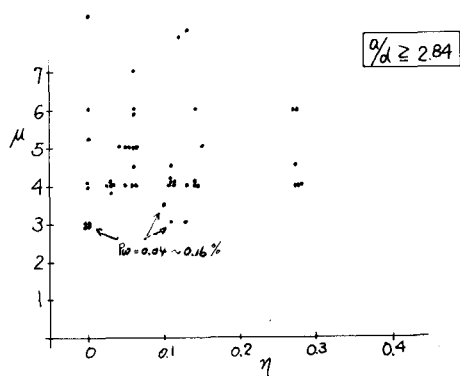


図-3

2-(3) セン断スパン比 $\%a$

一般に、セン断スパン比 ($\%a$) が大きいほどじん性は良好である。 $\%a$ が 2.0 以下の供試体は、セン断破壊を生じたものが多くじん性も低いようであるが、補強鉄筋形状を端部溶接補強鉄筋やスパイラル筋とすれば、じん性も多少は改善されるようである。ただし、 $\%a$ が 1.0 以下では多量の補強鉄筋を配置してもまろい破壊を生じ易い性状を改善することはむずかしい。図-4 に $\%a$ が 1.16 の供試体のじん性率頻度分布を示す。

μの頻度分布 $\%a = 1.16$

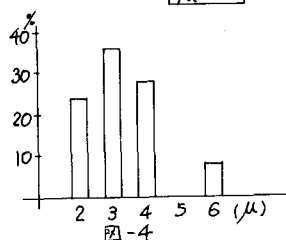


図-4

2-(4) セン断補強鉄筋比 P_w

軸方向鉄筋比 (P_s)、軸方向圧縮応力度比 (η)、セン断スパン比 ($\%a$) などの値が適切な場合には、セン断補強鉄筋 (P_w) を増すことによってじん性を改善することが可能である。計算上、セン断補強鉄筋が不用となる場合でも曲げ降伏後の大変形下でコンクリートの圧潰後にセン断ひびわれを生じることがあるので、このような場合でも一定量のセン断補強鉄筋を配置するのがよいと思われる。

図-5 にじん性率 (μ) を 4.0 以上確保するための η と P_w の関係を示す。 $\%a$ が 2.5 以上、 η が 0.25 以下という一般の部材において μ を 4.0 以上確保するためには P_w を 0.2% 以上配置あればよいと考えられる。

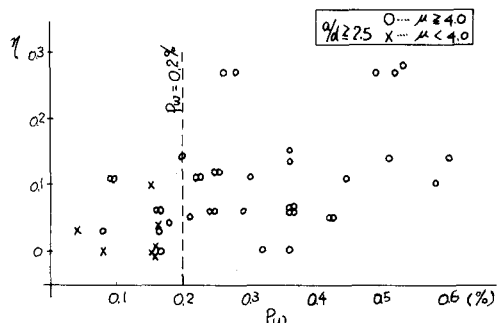


図-5

3. あとがき

高いじん性を有し、耐震性に優れた鉄筋コンクリート構造物とするための検討を行っているが、今後、じん性率に対する各要素の寄与率を求めて、各部材・その応力状態に応じて所要のじん性率を与えるための補強鉄筋量と容易に算定できるよう検討を重ねていきたい。

参考文献：建築構造部材の耐震強度の解析 52年3月 建設省建築研究所

繰り返し荷重を受ける鉄筋コンクリート脚柱の耐力に関する実験 第36回土木学会年次講演会

石橋 吉野 鈴木

高力繰り返し荷重を受けるコンクリート脚柱の耐力に関する基礎的研究 第29回、31回、33回年次講演会 秋元、外