

正負交番荷重を受けるRCはりの挙動に関する一実験

-せん断力の影響について-

鳥取大学 正員 矢村 潔
鳥取大学 学員 ○高橋 謙一
アイサワ工業 正員 田中 慎二

1. まえがき 正負交番荷重を受けるコンクリート構造部材の挙動を把握することは、コンクリート構造物の耐震問題を検討していくうえで、基本的かつ重要な事項である。鉄筋コンクリート(RC)部材の場合曲げ耐力性状については明確に理解されてきているが、せん断耐力性状については今だ未知な点も多く、明確に理解されているとはいいがたい。そこで本研究は主鉄筋比($p = p'$)、せん断補強比 p_w 、および繰返し水準を要因として、RCはりの正負交番荷重試験を行ない、RCはりの正負交番のせん断力による損傷の程度をせん断耐力の減退、変形の進行、破壊形式等について検討した。

2. 実験概要 本実験に用いた供試体は 表1 要因表

は、上下鉄筋比の等しい複鉄筋断面のRCはり ($p = p'$, $h = 20\text{cm}$, $b = 10\text{cm}$, $d = 16.5\text{cm}$, $d' = 3.5\text{cm}$) であり、せん断補強比 $p_w = 1.0\%$ は 2D13、 $p_w = 1.5\%$ は 2D16 の RC 示方書により算定した補強量に相当する。繰返し水準

主鉄筋 (圧縮=引張)	主鉄筋比 (p - p') %	せん断補強比 p_w %	繰返し水準	
2 D 1 3	1 . 6 2	0 ~ 1.5	荷重 制御	(0.70 ~ 0.95) P_s ※
2 D 1 6	2 . 5 3		たわみ 制御	(1~3) δ_y ※
2 D 1 9	3 . 6 6			

※ P_s : 静的強度, δ_y : 降伏たわみ

は、静的試験においてせん断破壊した供試体について

は荷重を、曲げ破壊した供試体についてはたわみを基準とした。載荷試験は、スパン長 90cm で 3 等分点載荷 ($a/d = 1.82$) とし、荷重あるいはスパン中央たわみを順次増加させていき、各レベルで荷重、たわみ等を測定した。繰返し回数は正・負方向を合わせて 1 回とし、10 回を所定回数とした。所定回数で破壊に至らなかった供試体は、11 回目の正方向載荷時に繰返し水準を越えて載荷し、強度、変形等を測定した。要因をまとめて表 1 に、正方向載荷時の載荷方法およびたわみ測定位置を図 1 に示す。

表2 破壊形式

タイプ	破壊形式	供試体例
A	降伏前にせん断破壊する	2D13-0.5%, 2D16-0.5%以下 2D19-1.0%以下
B	降伏後、振幅水準に達するまでにせん断破壊する	2D13-0.5%
C	繰返し途中でせん断破壊する	荷重制御試験の 0.9 P_s 以上の供試体、たわみ制御試験の $2\delta_y$, $3\delta_y$ の供試体の一部
D	所定回数後の載荷でせん断破壊する	荷重制御試験の 0.9 P_s 以下の供試体、たわみ制御試験の δ_y , $2\delta_y$ の供試体の一部

3. 結果と考察 破壊タイプの分類を表 2 に示す。この表において、タイプ A はいわゆる静的なせん断破壊であり、鉄筋比の高い供試体あるいはせん断補強比の小さい供試体にみられた。タイプ B は

曲げ破壊と同程度の耐力を示すが、最終的な破壊形式としては斜めひびわれが、進展、拡大してせん断破壊となるものであり、本実験では 2D13 シリーズの $p_w = 0.5\%$ が該当する。タイプ C は斜めひび

われの進展、拡大によって繰返し途中で破壊に至るもので、荷重制御試験では制御荷重が 0.9 P_s 以上の供試体にみられ、たわみ制御試験では 2D13 シリーズでは $3\delta_y$ の供試体に、2D16 シリーズ、2D19 シリーズでは $2\delta_y$ の供試体にみられた。タイプ D は所定回数後の繰返し水準を越える載荷でせん断破壊するものであり、タイプ C の繰返し水準以下の供試体にみられた。このタイプ C および D の破壊形式は、曲げ破壊が先行するように設計された構造部材でも正負交番荷重によりせん断破壊する恐れがあることを示唆するものであり、耐震設計上、問題となる破壊形式である。次にたわみ制御試験についての破壊タイプを主鉄筋別に

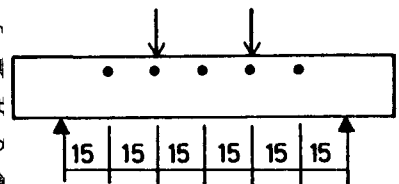


図1 正方向の載荷方法・測定位置

図2に示す。表2、図2によれば、全般的に破壊タイプは主鉄筋比の減少、せん断補強比の増大、振幅水準の減少にともなって、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ と移行していく傾向にある。図3に荷重制御試験についての破壊時最大荷重／静的強度－せん断補強比関係を示す。ほとんどの供試体は、タイプC、Dとも静的強度の90%以上であり、繰返し载荷によるせん断耐力の減退はほとんどみとめられない。つまりこのことは、荷重制御試験ではせん断耐力への繰返し载荷による影響が小さいことを示している。またたわみ制御試験の結果をふまえると、繰返し载荷がおよぼすせん断耐力への影響は降伏たわみを越える大変形を受ける場合に、特に問題となると思われる。

図4は繰返し回数に対する最大斜めひびわれ幅およびせん断スパン中央たわみをプロットしたものである。最大斜めひびわれ幅は、タイプCの供試体については破壊まで常に増加を示すのに対し、タイプDの供試体については初期には増加を示すが、ある回数を境にして一定の値を示すようになる。このことから、初期の斜めひびわれ幅から繰返し途中のせん断破壊を予測することは困難であることがわかる。正方向ピーク時のせん断スパン中央たわみは、タイプCの供試体については減少傾向にあるのに対し、タイプDの供試体については一定値を維持する傾向にある。これは図1に示した測定方法を用いたため、斜めひびわれの拡大による鉛直方向のずれを反映したためと思われる。

図5に荷重制御試験、たわみ制御試験について、タイプC、Dの荷重－たわみ（スパン中央）関係を示す。タイプCの供試体は荷重制御試験においてはたわみが増加していく様子、たわみ制御試験においては荷重が減退していく傾向が見受けられる。しかしながら、タイプDの供試体もまた若干ではあるが、たわみ増加や荷重減退を示している。また履歴曲線の形状にもあまり差異はなく、せん断破壊の兆候は破壊直前まで表われない。

4. まとめ 本実験では荷重制御試験とたわみ制御試験を行なったが、特に問題となるのは降伏たわみを越えるような大変形を受ける場合であることが明らかになった。またせん断破壊の進行パターンや挙動はきわめて複雑であり、かつ急激性を有するものであるため、繰返しの初期に繰返し途中のせん断破壊を予測することは困難をきわめることが明らかになった。また本実験では $a/d=1.82$ の供試体はりを用いて載荷試験を行なったため、どのタイプの破壊もせん断圧縮型に近いものであった。したがって今後、繰返し载荷によるせん断耐力の減退量を定量化していくためには、 a/d を要因にとった実験を行ない、 a/d あるいは静的試験における破壊形式の相違による影響を明らかにしておく必要がある。

なお、本研究は著者の1人に与えられた昭和58年度文部省科学研究費補助金で行なったものの一部である。

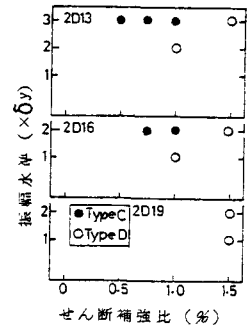


図2 破壊タイプ（たわみ制御）

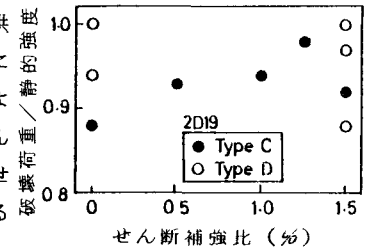


図3 破壊時最大強度／静的強度

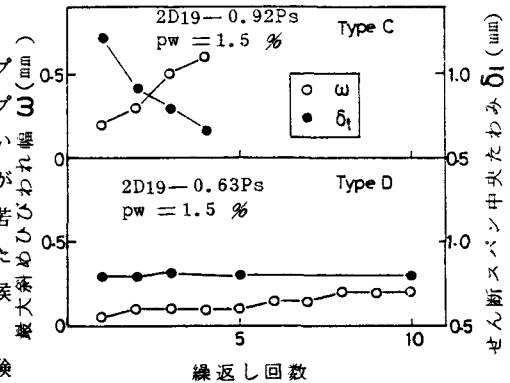


図4 破壊進行図

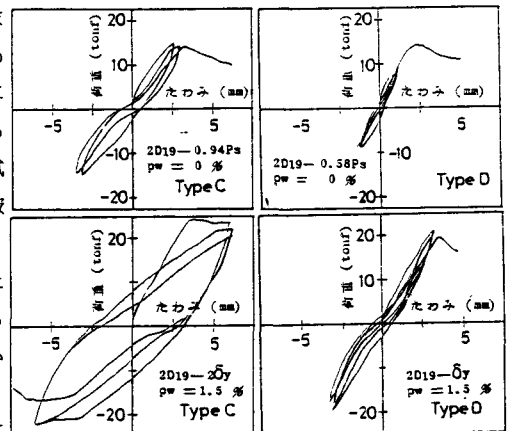


図5 荷重－たわみ（スパン中央）関係