

大変形繰返し作用を受けるRCはり梁の挙動に関する一実験

鳥取大学 正員 矢村 潔
鳥取県庁 正員 山内 政己
鳥取大学 学員 高橋 謙一
若築建設(株) 正員 杉田 依久

1. まえがき

正負交番繰返し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、コンクリート構造の耐震問題を検討していくうえで、基本的かつ重要な問題である。鉄筋コンクリート(RC)部材の場合、一方向繰返し荷重下における挙動に関しては、すでにかなりの程度まで把握されてきているが、正負交番繰返し荷重下における挙動、特にせん断耐荷性状に関しては、未知点が多い。そこで本研究では、せん断スパンに配置するスターラップ(横方向拘束筋)量、鉄筋比および振幅を試験因子として正負交番繰返し載荷試験を実施し、地震荷重のように塑性域で繰返し荷重を受ける場合のRC部材の基本的曲げ変形特性やせん断耐荷性状を検討した。

2. 実験概要

本実験に採用した供試体はりの種類と断面形状寸法、配筋の詳細、繰返し振幅を表1と図1に示す。表中、スターラップ量とは、終局強度理論に基づき、せん断破壊しないように算出した値を100%とし、60, 30, 0%をそれぞれせん断スパン内に配置したものであり、

表1 実験計画・結果

振幅とは、供試体スパン中央たわみによるものである。載荷試験はスパン長150cmで3等分載荷とし、スパン中央たわみを順次増加させていき、各たわみレベルで荷重等を測定した。また使用したコンクリートは載荷試験時時点で、圧縮強度 $f_c = 410 \text{ kgf/cm}^2$ 、割裂引張強度 $f_t = 30 \text{ kgf/cm}^2$ 程度である。

3. 実験結果・考察

表1に示した破壊形式とは、次のような分類によるものである。

A: 降伏点に達するまでにせん断破壊する供試体

B: 降伏点を越え繰返し振幅に達するまでにせん断破壊する

C: 正負交番繰返し試験の繰返し途中でせん断破壊する供試体

D: 曲げ破壊する供試体

この分類でAはいわゆる静的なせん断破壊である。Bは強度的には曲げ破壊とみられるが変形が大きくなり、最終的には破壊形態としては斜めひびわれが進展してせん断破壊となるものである。CはBの場合と同様であるが、繰返しにより、斜めひびわれが進展させ、つ

供試体名称	主鉄筋		スターラップ			繰返し振幅	終局耐力 ton	破壊形式
	使用鉄筋	鉄筋比	量 %	径 mm	間隔 cm			
一方向載荷	13-M	D13	1.23	100	6	6.0	-	D
	13-S30			30	6	16.5	-	D
	13-S0			0	-	-	-	D
	16-M	D16	1.92	100	9	10.0	-	D
	16-S30			30	6	16.5	-	D
	16-S0			0	-	-	-	A
正負交番繰返し載荷	19-M	D19	2.78	100	9	8.0	-	D
	19-S30			30	6	12.5	-	D
	19-S0			0	-	-	-	A
	R13-M	D13	1.23	100	6	6.0	20	D
	R13-S60			60	6	10.0	20	D
	R13-S30			30	6	16.5	20	D
	R13-S0			0	-	-	20	D
	R13-S60			60	6	10.0	10	D
	R13-S30			30	6	16.5	10	D
正負交番繰返し載荷	R13-S0	D16	1.92	100	9	10.0	10	D
	R16-M			60	6	7.0	10	D
	R16-S60			30	6	16.5	10	D
	R16-S30			30	6	16.5	10	D
	R16-S0			0	-	-	5	B
	R16-S60	D19	2.78	100	9	10.0	5	D
	R16-S30			60	6	7.0	5	D
	R16-S0			30	6	16.5	5	D
	R19-M			100	9	8.0	20	D
	R19-S30			30	6	12.5	20	D
	R19-M			100	9	8.0	10	C

() 負方向

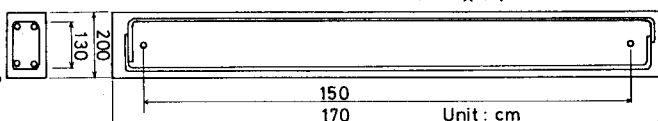


図1 供試体断面形状・寸法

いには破壊に至るもので、繰返し載荷に対してはせん断耐力が曲げ耐力より相対的により低くなるということをはかめさせるものである。この表中でAに属するものは鉄筋比が大きい供試体にみられ、鉄筋比の減少、スターラップ量の増大とともにA→B→C→Dと移行する傾向がみられる。本実験で採用した要因（鉄筋比、振幅、スターラップ量）の多少による供試体の破壊状態を三次元的立体モデルで表わすと図2のようになる。図中、斜線で示した立体モデル空間が本実験においてせん断破壊した空間である。この図では同条件の供試体であ、でも一方向載荷試験と正負交差繰返し載荷試験によってせん断破壊する範囲が異なっている。つまりこの図は繰返しによ、せん断破壊が卓越していることを示している。この図から、鉄筋比が小さくなるにつれて、繰返し振幅が小さくなるにつれて、さらにスターラップ量が多くなるにつれて、せん断破壊に対する安全性は大きくなることは明白である。

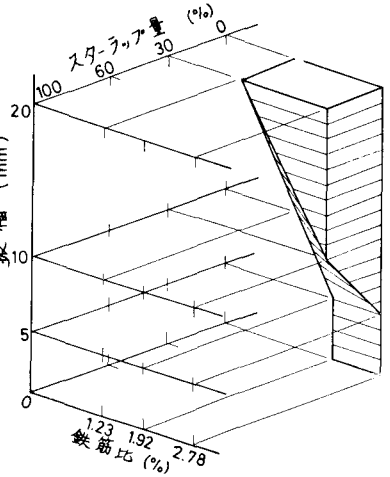


図2 立体せん断破壊モデル

次に図3は繰返しにおける各上乗の荷重の減退率 R_R （ n 回目の繰返し上限での荷重 (R_n) の1回目の所定の変位水準での荷重 (R_1) に対する比）と与える繰返しの載荷回数（正転と反転に分ける）の関係を示している。この図からも明らかのように同一条件の供試体においても荷重減退の傾向が大きく異なる。一応の傾向として、2サイクル目の荷重減退は繰返し振幅が大きいものほど、大きく、またスターラップ量が少ないほど大きい。また、本実験に関しては鉄筋比の大きいものほど繰返し振幅が小さいと荷重減退が大きく、繰返し振幅が大きい(20mm)場合には、他のものより減退は小さい傾向にある。しかしながら、1サイクル目から2サイクル目に移る時の減退を除けば、どの供試体も荷重減退がほとんどみられなかった。つまり本実験の繰返し振幅に関するかぎり、曲げ耐力はほとんど減退しないといえる。

また同一鉄筋比、繰返し振幅の、せん断破壊した供試体(R19-S30)と曲げ破壊した供試体(R19-M)のモーメント-曲率関係を図4に示す。せん断破壊したものと曲げ破壊したもののヒステリシスループは、ほぼ同一形状となっており、せん断破壊の兆候は、直前まで呈われていない。

以上のことから、せん断耐力と曲げ耐力はほぼ独立関係にあると言える。また本実験において、せん断耐力および曲げ耐力は、鉄筋比、せん断スパンに配置するスターラップ量、繰返し振幅と何らかの関数関係にあることは、明らか

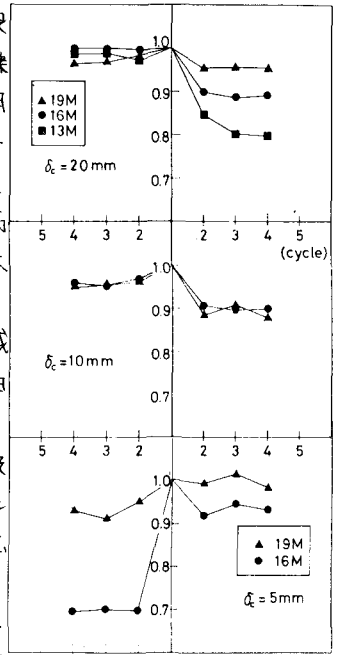


図3 荷重減退図

となった。しかしながら、本実験では定性的な把握にとどまってい、今後本実験に採用した要因（鉄筋比、スターラップ量、繰返し振幅）のほか、コンクリート強度、繰返し回数、鉄筋位置などの要因を加えた実験を試みることにし、せん断耐力および曲げ耐力の減退量を定量化できるように上記要因との関係を定式化していく必要がある。

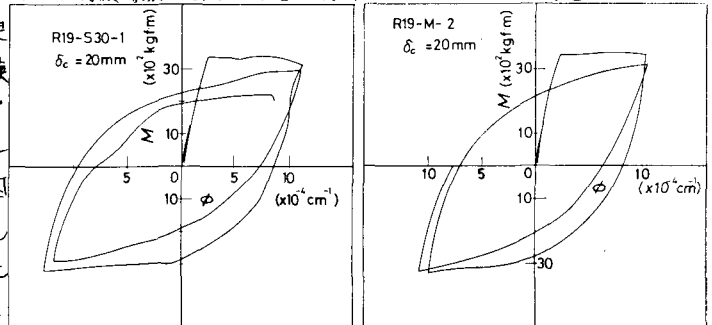


図4 モーメント-曲率関係