

鳥取大学

正員 矢村 潔

オリエンタルコンクリート

正員 高橋 謙一

鳥取大学

学員 河田 英明

1. まえがき

強震時におけるコンクリート構造部材の挙動を把握するためには、まず、正負交番大変形を受ける状態での力学的特性を明らかにしていくことが最も基本的であろう。従来からの研究を通して、鉄筋コンクリート部材のいわゆるせん断破壊現象は、疲労、正負交番載荷といった動的状況で、とくに問題があることが指摘されている。本研究では、このような観点から、小型鉄筋コンクリートはりについて降伏点をはるかに越える大変形の正負交番繰返し載荷実験を行い、主としてせん断破壊の進行について検討したものである。

2. 実験概要

2.1 実験計画 本実験における主たる要因は、主鉄筋比、腹鉄筋比、せん断スパン比、載荷条件である。これらの要因と水準の組み合わせをまとめて表-1に示す。なお、本実験の供試体について土木学会RC標準示方書によって求めた腹鉄筋比(q)は $p=1.62$ で $q=0.8 \sim 1.0$, $p=2.53$ で $q=1.2 \sim 1.5$, $p=3.66$ で $q=1.6 \sim 2.0$ 程度 (いずれも%) となる。

2.2 供試体および試験方法 供試体は断面 $10 \times 20 \text{ cm}$ (有効高さ $d=16.5 \text{ cm}$, $d'=3.5 \text{ cm}$ 、圧縮鉄筋比 $p'=$ 引張鉄筋比 p) でせん断スパンに $\phi 6 \text{ mm}$ 普通丸鋼製のスターラップを所定の腹鉄筋比となるように配したものである。スパン割は、せん断スパン長、片側 30 cm ($a/d=1.8$) および 40 cm ($a/d=2.4$) とし、モーメントスパン長は 30 cm とした。正負交番載荷試験における繰返し振幅は、降伏荷重時のスパン中央変位の実測値 (δ_y) を基準にして $\pm \delta_y$, $\pm 2\delta_y$, $\dots \pm n\delta_y$ を各5サイクルずつ載荷し耐力が著しく低下するまで順次変位を増加させる方法をとった。

3. 実験結果および考察

3.1 一方向静的試験 本実験では腹鉄筋が 1.5% 以外のりははすべて最終的には斜めひびわれの進展によるせん断破壊を生じた。それぞれの供試体の破壊時におけるスパン中央たわみの降伏点たわみに対する比と、腹鉄筋比の関係を図-1に示す。図から、腹鉄筋比が増加するにつれて、破壊時の変形能力が大きくなり、本実験では、とくに腹鉄筋比 1% 以上で効果が大きくなっている。また、主鉄筋比が大きくなるにつれて変形能力は小さくなっているが、これは、主鉄筋比が大きくなるにつれて曲げ耐力が高くなり、せん断力が大きくなっているためである。

3.2 正負交番載荷試験

各供試体の1回目の載荷における、正方向載荷時の斜めひびわれ耐力と負方向載荷時の斜めひびわれ耐力の比を腹鉄筋比との関係で図-2に示す。図から両ひびわれ耐力の比は腹鉄筋比および主鉄筋比にほとんど

表-1 実験計画

要 因	水 準
主鉄筋比 $p' (=p)$ (%)	1.62, 2.53, 3.66
腹鉄筋比 q (%)	0, 0.5, 1.0, 1.5
せん断スパン比 (a/d)	1.8, 2.4
載荷方法	静的片振り試験 (S) 繰返し両振り試験 (R)

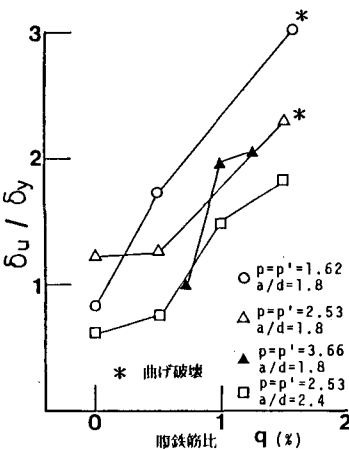


図-1 終局変形/降伏変形～

腹鉄筋比関係

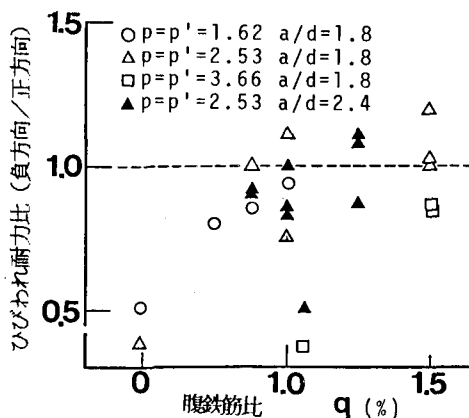


図-2 斜めひびわれ耐力比～腹鉄筋比関係

関係せず、その価は、1より若干小さい。

次に、図-3に代表的な供試体について最終的な破壊の 패턴の概略を示す。図から、腹鉄筋比が大きくなるにつれ、また a/d が小さくなるにつれて、破壊は、斜めひびわれの交差点付近でひびわれ幅が急激に大きくなって破壊する斜引張破壊から、載荷点外側の圧縮域で破壊するせん断圧縮型の破壊に移行していくことがわかる。

図-4は、各供試体が破壊したときの繰返し載荷回数と腹鉄筋比との関係を示したものである。腹鉄筋比が1%を越えると、破壊に至る繰返し回数が急激に増加し、耐震性が向上することがうかがえる。また、本実験では、その傾向は a/d が大きい方が著しいが、これは先述したように a/d が小さい供試体ではせん断力が大きくなっているためと考えられる。

図-5には繰返し載荷による斜めひびわれ幅の変化を、図-6には斜めひびわれをはさむ鉛直方向のずれの変化を、また、図-7には鉛直方向のずれとせん断力から算定したせん断剛性の変化の例を示す。これらの図から、正負交番繰返し載荷途中でせん断破壊を生ずる場合には、繰返し途中で徐々に進行し、蓄積されてきた劣化、損傷が、ある時急激に1箇所に集中して拡大し破壊に至ることが推察される。とくに、 a/d が大きい場合、また腹鉄筋量が少ない場合には、繰返し載荷初期では、せん断圧縮型の挙動を示していても、繰返し回数が増加するにつれて、次第に、斜め引張型の挙動が卓越するようになり、最終的には斜めひびわれの交差している付近でのひびわれが拡大し、急激な破壊へと進む傾向が強い。

以上の結果から考えて、本実験に関する限り、腹鉄筋比がおおむね1%を越えると鉄筋コンクリートはりのせん断破壊に対する耐震特性が大幅に向上してくることがうかがえる。

なお、本研究は、昭和59年度文部省科学研究費補助金（一般研究C）で行ったものの一部である。

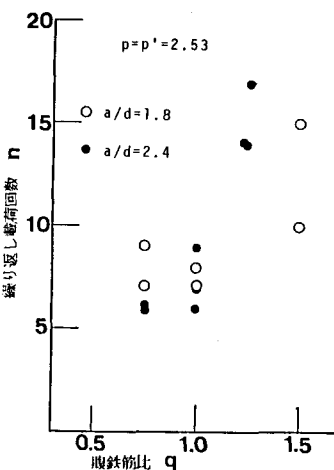


図-4 繰返し載荷回数
～腹鉄筋比関係

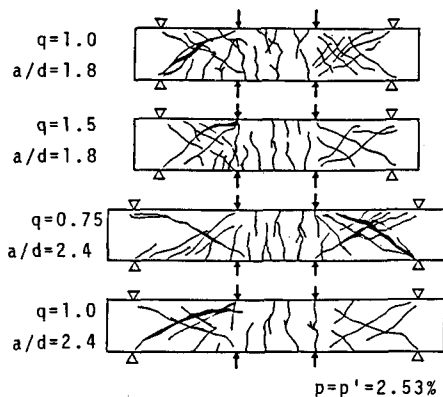


図-3 破壊のパターン

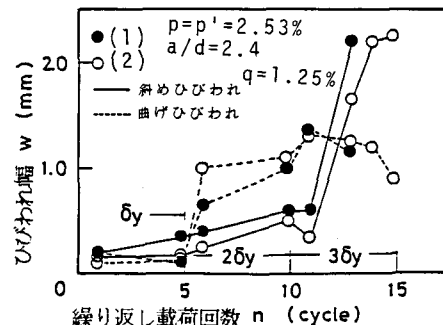


図-5 斜めひびわれ幅の変化

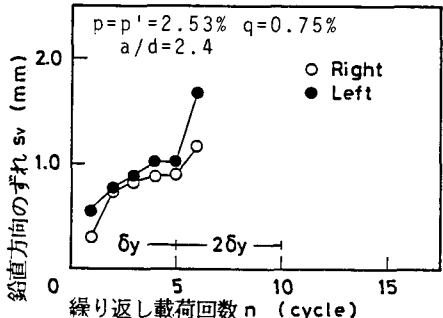


図-6 鉛直方向のずれの変化

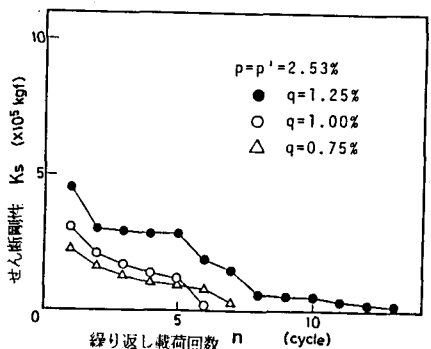


図-7 せん断剛性の変化