

鉄筋コンクリートはりのせん断耐震評価に関する基礎的研究

鳥取大学 正会員 矢村 潔
 オリエンタルコンクリート 正会員 中橋 一壽
 鳥取大学 学生員 ○水越 陸視

1. まえがき

一般にRC部材が破壊する場合、脆性的なせん断破壊より曲げ破壊が先行するように部材を設計することが原則である。しかし、一方向の荷重では曲げ破壊し、そのじん性も大であるようなRC部材であっても、正負の繰返し荷重によって、部材の多くはせん断破壊することが指摘されている。このような現象はRCはりの耐震性を評価する上で極めて重要な問題である。そこで、本研究はせん断補強量を土木学会コンクリート標準示方書に基づく設計の場合の20%、40%増しにした小型はり供試体について正負交番荷重試験を行ない、それらが耐震性の向上に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

(1) 実験計画 本研究の要因は主鉄筋比、せん断補強鉄筋比である。各要因をまとめて表1に、供試体の寸法を図1に示す。また、せん断スパン中央に位置するスターラップを中心に片側3本、計6本のスターラップに電気抵抗線ひずみゲージを貼付し、スターラップのひずみを測定した。

(2) 試験方法 正負交番荷重試験では、たわみ制御試験とし、スパン中央たわみの大きさを基準とした。繰返し水準は供試体の降伏変位 (δ_y) を基準とし、 $\pm \delta_y, \pm 2\delta_y, \dots, \pm n\delta_y$ と順次増加させ、各繰返し水準で5回の荷重を行った。なお、供試体の耐力が著しく低下した時点で破壊に至ったとみなし、荷重を打切っている。但し、繰返し水準 $6\delta_y$ での荷重を終えても耐力の著しい低下が見られない供試体については、それ以降、負方向に静的荷重することによって破壊に至らしめた。

3. 結果と考察

本研究ではD13 ($\alpha=1.4$) を除くすべての供試体が、正負交番荷重試験において、最終的に斜めひびわれの進展によるせん断破壊をした。

図2に供試体の破壊状況を示す。図より、 $\alpha=1.2, 1.4$ の供試体では破壊時の繰返し水準が $6\delta_y$ 以上になっていることがわかる。これより、せん断補強量を通常の場合よりも割増すことは、強震時におけるRC部材の耐震性の向上にかなり寄与するものと思われる。また、主鉄筋比に着目すると、D13では $\alpha=1.2$ の供試体は $7\delta_y$ の領域に入るまで破壊にいたっておらず、さらに $\alpha=1.4$ にすることによって供試体は $7\delta_y$ 以上の大変形にも耐え、最終的に曲げ破壊している。しかし、D16ではすべての供試体が最終的にせん断破壊しており、また破壊時の繰返し水準からも $\alpha=1.2$ した場合と $\alpha=1.4$ とした場合の両者間の効果にほと

表1 実験計画表

シリーズ	載荷方法	a/d	主鉄筋	主鉄筋比 p (%)	せん断補強鉄筋比 pw (%)	α
A	O, R	3.0	D13×4	1.23	0.36	1.0
			D16×4	1.92	0.70	1.0
B			D13×4	1.23	0.43	1.2
			D16×4	1.92	0.84	1.2
					0.99	1.4

O : 一方向荷重試験 R : 正負交番荷重試験
 α : 通常のせん断補強に対する割増し係数

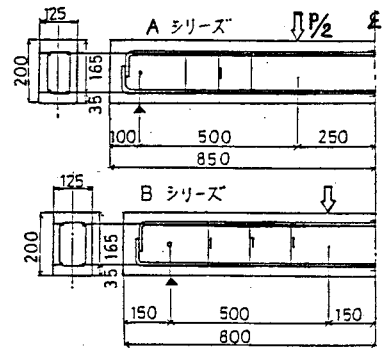


図1 供試体寸法

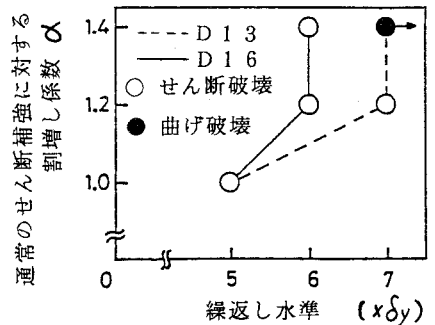


図2 破壊状況

んど差が見られない。よって、せん断補強に対して同一の割増しを施しても、それが耐震性に及ぼす効果は主鉄筋比によって異なるようである。

次に、斜めひびわれ幅の推移の一例を図3に示す。通常のせん断補強 ($\alpha=1.0$) の供試体は $2\delta y$ の繰返し水準より斜めひびわれ幅は増加傾向をたどり、 $3 \sim 4\delta y$ では急激な増加を示し破壊に至っている。それに比べ、せん断補強を割増した ($\alpha=1.2, 1.4$) の供試体では初回から繰返し水準 $4\delta y$ の荷荷が終るまでの間、斜めひびわれ幅の進展はほとんど見られず、それ以降の大変形塑性域で進展し破壊に至っている。このことより、実用的な耐震設計のレベルにおいて、せん断補強量が斜めひびわれ幅ひいてはせん断破壊の進行に影響を与える重要な要因の一つであることが明らかである。

斜めひびわれと交差するスターラップのひずみより算定したスターラップの受け持つせん断力と全せん断力との比をとり、これをスターラップのせん断力分担率とした。せん断力分担率と繰返し回数 (繰返し水準) との関係を図4, 5に示す。図4より、一方向荷荷においてスターラップのせん断力分担率は D13で約20%, D16で約60%でほぼ一定であるが、図5より、正負交番荷荷では繰返し回数とともに徐々に増加し、斜めひびわれ幅が急増した繰返し水準が $5\delta y$ の領域で著しく増加し、破壊近傍で50~90%に達していることがわかる。また、主鉄筋比が大きいほど、せん断補強鉄筋比が小さいほどスターラップのせん断力分担率は大きくなっている。また、一方向荷荷ではスターラップは降伏していないにもかかわらず、大変形の繰返し荷荷においては降伏している。これらのことより、一方向荷荷に比べ、繰返しによる大変形を受ける領域ではスターラップ以外のせん断抵抗力が低下することが明らかである。しかしながら、せん断補強量の増加による効果は認められ、特に、D13の供試体で明らかである。

図6にせん断剛性と繰返し回数との関係の一例を示す。せん断剛性はせん断スパン中央上下部鉄筋位置での変位の差をせん断変形量とし、これとせん断力より算定している。図より明らかなように、せん断剛性は繰返し回数とともに減少している。しかし、せん断補強量を通常の40%増しとした供試体は繰返し水準 $5\delta y$ においても、せん断剛性は他よりかなり大きい値を示している。これより、せん断補強鉄筋量の増加によって、供試体のせん断耐震性が改善されたことが伺われる。

4. まとめ

せん断補強鉄筋量を土木学会コンクリート標準示方書より算定した値の20%増しにすることにより、部材の強震時の破壊に対する安全性はかなり高くなる。しかし、せん断補強量の割増しに際しては、主鉄筋比を考慮し、部材に応じたせん断補強を考える必要がある。

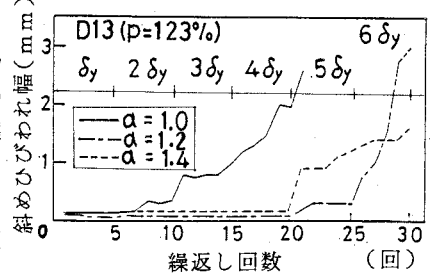


図3 斜めひびわれ幅の推移図

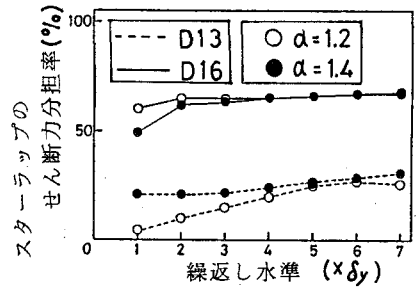


図4 スターラップのせん断力分担率の推移図 (一方向荷荷試験)

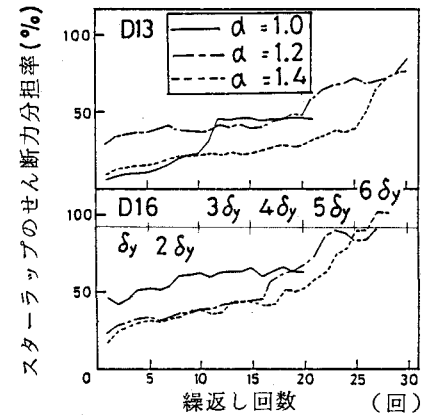


図5 スターラップのせん断力分担率の推移図 (正負交番荷荷試験)

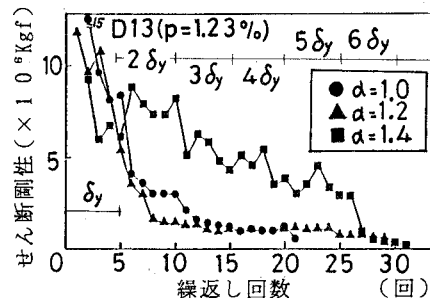


図6 せん断剛性の推移図