第V部門 圧縮応力下におけるコンクリートのせん断伝達挙動に関する基礎的研究

1. はじめに

RC 部材のせん断破壊は脆性的であるため,安全で 合理的な設計を行うためには終局挙動の把握と適切な 評価が望まれる。RC はりのせん断破壊時には,載荷 点近傍の圧縮縁コンクリートにおけるひび割れ進展な らびにずれ変形が卓越することが知られているが,そ のような圧縮応力下のせん断伝達機構は必ずしも明ら かになっていない。

本研究では、圧縮応力下でのせん断伝達挙動を把 握するため、ひび割れ面に圧縮力を与えた状態で直接 せん断実験を行い、最大せん断応力や破壊進展挙動に ついて検討した。また、既往のせん断伝達モデルとの 比較を行い、それらの適用性について考察した。

2. 実験概要

本研究では、圧縮力を作用させた状態で直接せん 断載荷試験を行った。供試体は寸法 150×200×400mm の直方体とし、中央の上下に深さ 23mm のノッチを 有するものである。したがって、ひび割れ面の寸法は 150×154mm である。後述するようにひび割れ面に圧 縮力を導入するための PC 鋼棒を通すための孔を二つ あけている。コンクリートの圧縮強度は 30~ 37N/mm²であった。

せん断載荷はひび割れ面に作用する圧縮力を制御 して行い,せん断変形に伴うひび割れの開口は許容し た。せん断載荷試験の概略図を図-1 に示す。実験手 順は以下のとおりである。始めに,ノッチに丸鋼をあ てがい,割裂載荷により供試体中央に 0.1mm 程度の



Azusa AOKI and Naoshi UEDA

n.ueda@kansai-u.ac.jp

関西大学環境都市工学部 学生会員 〇 青木 梓 関西大学環境都市工学部 正会員 上田 尚史

ひび割れを導入した。次に,供試体に PC 鋼棒を通し て設置した二台のセンターホールジャッキにより,所 定の圧縮力を導入し,逆対称二点載荷によりせん断力 を与えた。試験中の導入圧縮力の許容誤差は 5%とし た。

せん断破壊する RC はりの圧縮縁に作用する圧縮応 力を試算した結果,せん断スパン比3前後の RC はり においては概ね 20MPa 前後となったことから,本実 験ではひび割れ面に導入する圧縮応力を 1.0, 2.5, 5.0 および 10MPa と設定した。

せん断載荷試験においては,図-1 に示すように, ひび割れ幅およびせん断変位をそれぞれ供試体側面の 上下に取り付けた PI 型変位計および中央高さに取り 付けた二軸変位計によって計測した。また,ひび割れ 面に作用する圧縮力は,供試体の両側に設置したセン ターホールロードセルによって計測した。

3. 実験結果

実験により得られたせん断応力一せん断変位関係 を図-2 に示す。圧縮応力が大きくなると初期のせん 断剛性と最大せん断応力(以後せん断強度)が大きく なる結果となった。また,いずれの供試体もせん断強 度以降はゆるやかにせん断応力が減少する傾向にあっ た。なお,最大せん断応力に至る前にせん断応力の増 加に対してせん断変位が減少する挙動を示したが,こ れは初期ひび割れとは別に斜めひび割れが入ったため と考えられる。

終局時のひび割れ図を図-3 に示す。図において初 期ひび割れを点線,終局時のひび割れを実線で表す。 1.0MPa, 2.5MPa では,載荷点付近に斜めひび割れが 入るものの,せん断変形に対しては初期ひび割れが支 配的となり,一面せん断状態であった。一方 5.0MPa, 10MPa では,せん断強度以降において載荷点を結ぶ ように入った複数の斜めひび割れが卓越し,圧縮力の



図 3 ひび割れ図

作用により領域をもった破壊形態が観察された。

4. 既往のせん断伝達モデルによる評価

本研究では、李・前川モデル¹⁾, Walraven モデル²⁾ および Bazant モデル³⁾を対象として、本実験のせん 断伝達挙動を評価可能かどうか検討した。

図-4 に、圧縮応力を一定とした場合の既往のせん 断伝達モデルのせん断応力--せん断変位関係を示す。 李・前川モデルは一定値, Walraven モデルはせん断 変位の増加に伴いせん断応力が低下する関係となり, 実験結果と異なる傾向となった。また, Bazant モデ ルは、せん断変位の増加に伴いせん断応力も増加する 関係となったが、せん断応力は実験結果を過小に評価 する結果となった。

図-5 に、実験および既往の3 つのせん断伝達モデ ルから得られたせん断応力— 圧縮応力関係を示す。こ こで、李・前川モデルは、ひび割れ幅が介在しないモ デルであり,他の二つのモデルでは,ひび割れ幅の大 きさにより異なる関係が得られる。実験ではせん断強 度時のひび割れ幅は 0.04~0.2mm のため, Walraven モデルおよび Bazant モデルでのひび割れ幅は 0.1mm, 0.2mm とした。図より、実験では、圧縮応力の増加 に伴いせん断強度は非線形的に増加する傾向にあるこ

伝達挙動を対象としており,高い圧縮力の影響により, 領域を伴うずれ変形をおこす場合でのせん断伝達挙動 については、適用範囲外であるためと考えられる。 5. まとめ

本研究で得られた知見を以下の通りである。

- (1) 直接せん断載荷試験の結果,ひび割れ面に作用 する圧縮力の大きさにより, 初期のせん断剛性 やせん断強度が増加することが確認された。
- (2) 本研究の限られた範囲内の検討ではあるものの, 既往のせん断伝達モデルは、高圧縮応力下のせ ん断伝達挙動を評価出来ないことが確認された。

RC はりのせん断破壊における終局挙動を把握する ためには、高圧縮応力下のせん断伝達挙動を評価出 来ることが望ましく、そのようなせん断伝達モデル の検討が必要であると考える。

参考文献

- 李宝禄,前川宏一:接触面密度関数に基づくコンクリ (1)--トひび割れ面の応力伝達構成式,コンクリート工学, Vol.26, No1, pp.123-137, 1988.1
- Walraven, J.C.: The beviour of cracks in plain and reinforced (2)concrete subjected to shear.Heron Journal,26,No.1A,Dept.of Civil Engineering, Delft University of Technology, Delft, 1981.
- (3) Bazant, Z.P., Gambarova, P.: Rough Cracks in Reinforce Concrete, J. of Structure Div., ASCE, Vol. 106, No.4, pp.819-842,1980.