

V-533

地震荷重により発生した貫通ひび割れを有する RC 部材のせん断破壊性状に関する研究

東京理科大学土木工学専攻
東京理科大学理工学部
東京都庁

学生会員 黒輪 亮介
正会員 辻 正哲
中村 考裕

1. はじめに

兵庫県南部地震において、数多くの RC 構造物が致命的な損傷を受けた。その後の被害調査では、橋脚や煙突といった鉛直部材において、我が国では過去にあまり例を見なかった断面を水平に貫通するひび割れが多く観察された。その結果、この貫通ひび割れの原因に関する研究が盛んに行われるようになり、直下型地震であったことから、衝撃的な上下動が主な原因として考えられている。しかし、設計においては貫通ひび割れの発生を考慮していない。また、たとえ貫通ひび割れが発生したとしても、その後に水平動によるせん断荷重が作用しなければ、構造物の直接的な破壊には至らないと思われる。

本研究は、RC 部材における貫通ひび割れ発生後のせん断破壊性状について、寸法効果も踏まえて検討を行ったものである。

2. 実験概要

実験に使用した供試体は、 $15 \times 15 \times 90 \text{ cm}$ の角柱供試体であり、主鉄筋には D13（降伏強度： 364 N/mm^2 ）、帯鉄筋には D6（降伏強度： 356 N/mm^2 ）を用いた。また、帯鉄筋のピッチを 5cm、10cm および 15cm とした。

載荷試験は、まず図-1に示すように衝撃的上下動を模擬的に再現した鉛直衝撃落下装置によって、供試体を 2.3m の高さから落下させ、鉛直衝撃を与えることにより、貫通ひび割れを発生させた。その後、水平交番荷重を想定し、変位制御により正負交番荷重繰り返し曲げせん断試験を行った。その際、片側のスパンを図-2のように 20cm と 30cm にそれぞれとり、貫通ひび割れ面を 20cm のスパン内に入れ、貫通ひび割れ面側のスパンでせん断破壊が生じるようにした。そして、得られた荷重-変位関係から靱性率を求めた。

実験では、供試体に対し鉛直衝撃载荷数を 0 回、1 回および 2 回と変化させ、鉛直衝撃载荷数の相違がせん断耐荷力および靱性に及ぼす影響および粗骨材の最大寸法の影響について検討した。なお、骨材の最大寸法は 20mm および 5mm の 2 種類とした。すなわちコンクリートおよびモルタル供試体を用いることにより検討を行った。

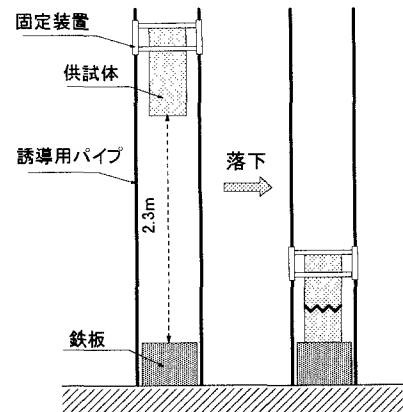


図-1 鉛直衝撃載荷試験

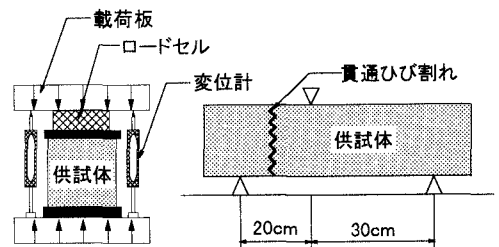


図-2 正負交番載荷試験

キーワード 鉄筋コンクリート せん断 貫通ひび割れ 靱性 寸法効果

連絡先 〒278-0022 千葉県野田市山崎 2641 Tel 0471-24-1501(内線 4054) Fax 0471-23-9766

3. 実験結果および考察

<鉛直衝撃载荷数の相違がせん断耐力および靱性に及ぼす影響>

図-3は、帯鉄筋のピッチが10cmのコンクリート供試体に対し、鉛直衝撃载荷数を変化させた場合の靱性を示したものである。鉛直衝撃を1回与えた供試体では、鉛直衝撃を与えない供試体と比較してもせん断力に対する靱性の低下は見られなかったが、鉛直衝撃を2回与えた供試体では靱性が大きく低下した。原因としては鉛直衝撃の载荷数が増えたことにより、貫通ひび割れ幅およびひび割れ面の形状が変化したことが考えられる。これは、靱性の低下が衝撃的上下動の規模や回数の影響を受けることを示している。なお、せん断耐力については、貫通ひび割れの影響はほとんど見られなかった。

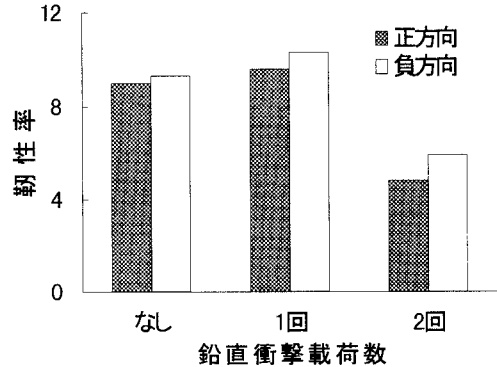


図-3 鉛直衝撃载荷数の相違による靱性率の比較

<せん断耐力および靱性に及ぼす粗骨材の最大寸法の影響>

図-4は、鉛直衝撃を1回与えた、帯鉄筋のピッチが5cmのモルタル供試体における荷重-変位関係を示したものである。交番载荷試験時、2サイクル目の負方向および3サイクル目の正方向（図-4の矢印部分）において、貫通ひび割れの発生した断面が载荷方向にすべる現象が起こり、急激な耐力低下が起こった。また、図-5に示すように、コンクリート供試体に比べ、モルタル供試体では貫通ひび割れの発生による靱性率の低下の割合が大きくなる結果が得られた。

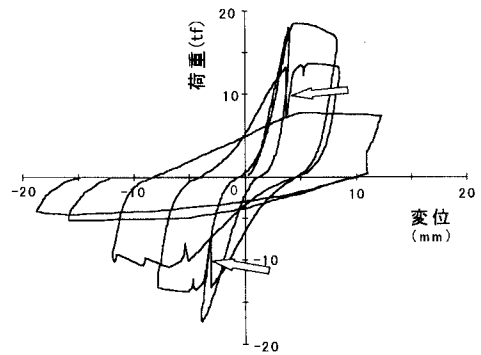


図-4 モルタル供試体 荷重-変位曲線

この結果から、コンクリート供試体では、骨材のかみ合わせ作用によるせん断伝達を期待できるが、モルタル供試体では、骨材のかみ合わせによる貫通ひび割れ面におけるせん断伝達能力が低下し、ひび割れ面での局所的な破壊に至ったことが考えられる。このことは、現実のRC構造物は試験体に比べて有効高さが著しく大きいことから、ひび割れ幅も大きくなり、粗骨材の最大寸法が相対的に小さくなった場合に相当する可能性がある。すなわち、実際のRC構造物を想定すると、貫通ひび割れによってせん断耐力および靱性が大きく低下する可能性があることを示している。

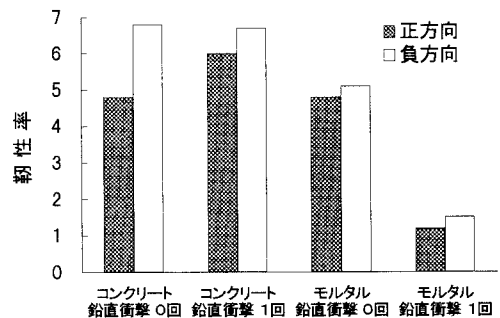


図-5 骨材の最大寸法の相違が靱性率に及ぼす影響

4. まとめ

(1) RC部材のせん断力に対する靱性は、貫通ひび割れがある一定限度を超えると急激に低下する。また、その靱性の低下する程度は、貫通ひび割れを発生させる衝撃的上下動の規模および衝撃を受ける回数によって異なる。

(2) 貫通ひび割れの発生に伴うRC部材のせん断力に対する靱性の低下は、断面が大きくなるほど大きくなる可能性がある。