

V-522

初期欠陥がRC梁のせん断破壊に及ぼす影響

東京大学 学生会員 細田 暁

東京大学 学生会員 土屋智史

1. はじめに

性能照査型の設計体系への移行に伴い、RC構造物の安全性能を照査する解析技術の向上が一層求められている。同時に、構造中の材料品質を長期的に追跡する解析技術に関する研究も並行して行われており、将来的には、RC構造の挙動を任意の環境下で長期間にわたって予測する照査技術の確立が目指されている⁽¹⁾。本研究は、若材齢時に乾燥を受け、水和不良と材料の体積変化によって発生する微細なひび割れがもたらす初期欠陥が、RC梁のせん断破壊に及ぼす影響を調べた実験について報告するものである。

2. 実験の概要

せん断破壊の中で斜め引張破壊は、曲げひび割れから進展した斜めひび割れの形成とほとんど時期を同じくして脆性的に破壊するため、初期欠陥が影響を及ぼすと予想される。また、せん断強度には寸法効果が存在することが知られているので、本実験では、3水準の寸法のRC梁を斜め引張破壊するように設計、作成した。さらに材料の不均一性を極力排除するため、締固め不要の自己充填コンクリート（高強度）を用いた。そして、養生条件を変化させることで、初期欠陥のレベルの異なるものを用意した。つまり、高強度コンクリート、初期欠陥といった要因が、RC梁の斜め引張破壊の破壊形態、寸法効果に及ぼす影響に着目しているのである。

供試体形状および荷重条件を図1に示す。せん断スパンと有効深さの比、 a/d は3種類の供試体で3.2に統一し、有効深さは37.5cm、15cm、7.5cmの3サイズとした。部材厚さはすべて10cm、鉄筋比は大型供試体は1.7%、中型・小型は1.9%である。すべての供試体は打設2日後に脱型し、約35日間水中養生したものと、20℃・相対湿度60%の環境下で乾燥させたものと2種類を用意した。脱型後に乾燥させた供試体には、収縮（乾燥と硬化）によるひび割れが多数発生していたが、荷重時まで水中養生を施した供試体は、ひび割れが発生していなかった。コンクリートの圧縮強度（10×20cm）は水中養生の場合1058 kgf/cm²、乾燥させた場合910 kgf/cm²であった。

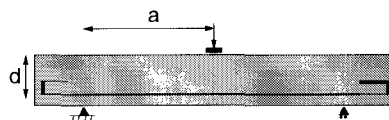


図1. 供試体側面図および荷重条件

3. 実験結果

(1) 破壊形態

中型、小型の供試体においては、初期欠陥を有する場合、荷重の増加とともに収縮ひび割れから曲げひび割れが進展し、典型的な斜め引張破壊を起こした。一方、初期欠陥のない場合は、前者に比べ曲げひび割れの本数が少なく、曲げ破壊を起こした。初期欠陥の差異が破壊形態が変化をもたらした。また大型供試体の場合は、初期欠陥の有無で曲げひび割れの本数には違いが出たが、両者ともに斜め引張破壊した。供試体寸法が大きくなるとせん断破壊しやすくなるという結果となった。

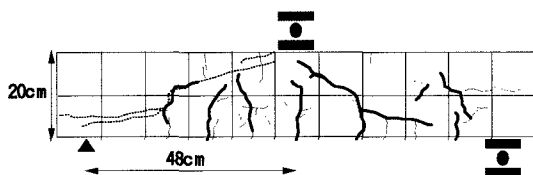


図2. 中供試体のひび割れ図（初期欠陥あり）

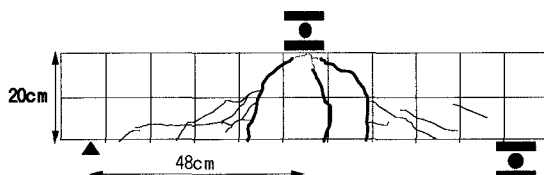


図3. 中供試体のひび割れ図（初期欠陥なし）

図2において、細い点線は収縮ひび割れ、太い実線は曲げひび割れ、太い点線は斜めひび割れを表す。図3において、太い実線は曲げひび割れ、その他は荷重の増加につれて曲げひび割れから徐々に進展したひび割れを示す。

（2）荷重変位関係

大型供試体のスパン中央における荷重変位関係を図2に、中型供試体のものを図3に示す。大型供試体では初期欠陥の有無が破壊形態には影響しなかったが、初期欠陥を有する供試体は最初から剛性が小さく、その値は初期欠陥のない供試体に曲げひび割れが発生した後の剛性とほぼ等しいことが分かる。また、中型供試体では初期欠陥の有無で破壊形態が異なり、変形性能が大きく異なったことが分かる。

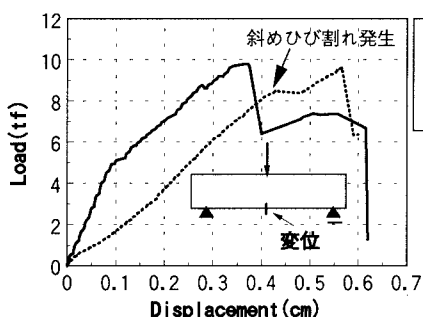


図2. 大型供試体の荷重変位関係

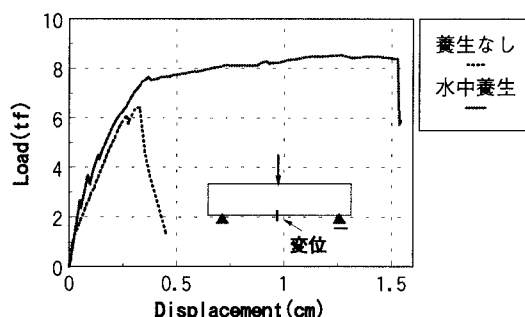


図3. 中型供試体の荷重変位関係

（3）寸法効果

斜め引張破壊した初期欠陥を有する供試体の、斜めひび割れ発生時のせん断応力と有効深さの関係を両対数グラフに表したのが図4である。ここでは、示方書のせん断耐力式⁽²⁾との比較を行った。示方書式では有効深さの4分の1に反比例する。実験値は寸法効果がより顕著に表れ、大型供試体の場合は実験値が示方書式の予測を下回る結果となった。この傾向は初期欠陥のない場合も同様であったため、コンクリートの強度が非常に高いことが原因であると考えられる。

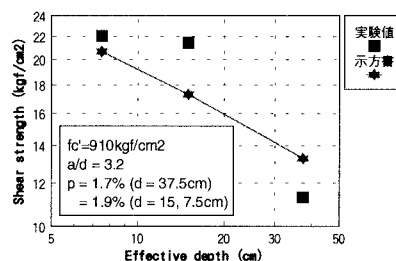


図4. 初期欠陥を有する供試体の寸法効果

4. まとめ

初期欠陥の有無でRC梁の破壊形態の変化を引き起こす場合もあり、また、破壊形態の変化にまでは至らずとも、耐力・変形性能に影響を及ぼすことを実証した。また、コンクリートの強度が高い場合にせん断強度における寸法効果が顕著に表れ、寸法の大きい場合は示方書によるせん断耐力式を下回る結果となった。

参考文献：

- 1) 石田ほか：物質・エネルギーの生成・移動と変形・応力場に関する連成解析システム、土木学会論文集投稿中
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書、設計編、平成3年版

キーワード：初期欠陥、せん断破壊、寸法効果

連絡先（〒113-8656 東京都文京区本郷7丁目3-1 電話 03-3812-2111 FAX 03-5802-2904）