

無筋コンクリートのひび割れ面におけるせん断伝達に関する基礎研究

Fundamental study on shear transfer in crack surfaces of an unreinforced concrete member

北海道大学工学部

○学生員

中村 美紗子 (Misako Nakamura)

北海道大学大学院工学研究院

フェロー

横田 弘 (Hiroshi Yokota)

北海道大学大学院工学研究院

正 員

橋本 勝文 (Katsufumi Hashimoto)

1. はじめに

無筋コンクリート構造物は、海岸堤防の胸壁等で多く整備されており、防災上、国土保全上非常に重要な機能を担っている。このような構造物に生じる主要な変状は、コンクリートの収縮、温度変化、不同沈下等によって生じるひび割れである。このひび割れの幅や深さに応じて、構造性能や防災機能が徐々に失われていくと想定される。しかしながら、無筋コンクリート構造物のひび割れ発生状況に応じたせん断伝達メカニズムに着目した研究は稀であり、構造物の劣化度診断手法や保有性能の評価については、ほとんどが検討されていない。そのため、本論文では、無筋コンクリートのひび割れ面でのせん断伝達挙動を実験的に検討し、その傾向を考察した。

2. 実験概要と考察

2.1 実験目的

本実験は、ひび割れを有するコンクリート部材の変形挙動に重点を置き、供試体の拘束条件を試験水準として、ひび割れ面におけるせん断方向の変位、ひび割れ幅、およびひび割れ面での伝達応力を明らかにすることを目的とする。

2.2 実験供試体

無筋コンクリートのひび割れ面におけるせん断伝達メカニズムを明らかにするために、せん断方向の変位とその直交方向の変位（ひび割れ幅）、せん断応力、拘束応力の4項目を測定した。実験で用いた供試体を図-1に示す。供試体には、ひび割れ発生位置を固定するために、あらかじめ2か所にノッチを入れた。また、供試体の中央以外にひび割れが進展しないようにするため、D6の鉄筋を内部に2段に配置した。ひび割れ面における変形挙動を定量的に把握するため、供試体の表面と裏面に、図-2に示すように正三角形にコンタクトチップを貼り付け、チップ間の距離を載荷荷重を制御しながら測定し、せん断方向の変位とその直交方向の変位を座標変換により求めた。

2.3 せん断試験方法

割裂試験を行い、図-3の破線部分にあらかじめひび割れを導入した。そして、供試体上面から拘束荷重をかけた状態でジャッキを用いて側面からせん断載荷した。供試体の上面にかかる荷重を拘束応力、側面にかかる荷重をせん断応力とし、拘束応力とせん断応力は、図のようにセットしたロードセルで測定した。せん断実験の際には供試体の水平変位を拘束しないように、所定の位置にコロを配置した。

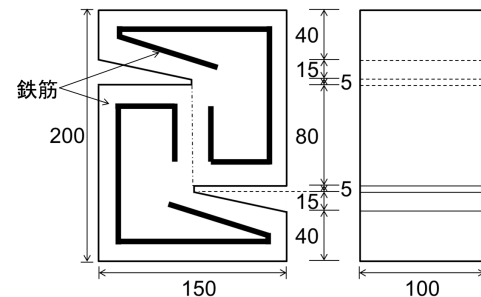


図-1 実験供試体（単位は mm）

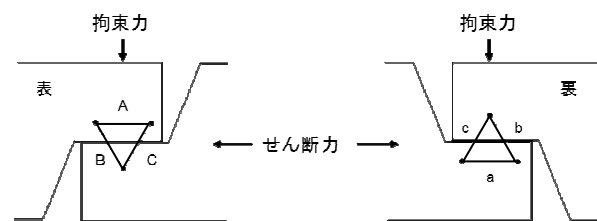


図-2 コンタクトチップの貼り付け位置

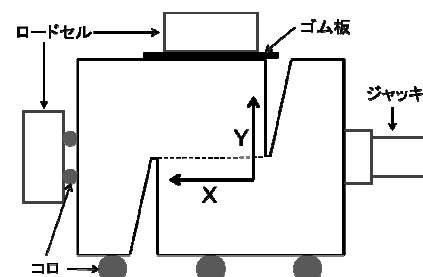


図-3 せん断試験方法

表-1 実験条件と供試体名

拘束荷重 ゴム板の枚数	5kN	10kN	10kN保持	20kN	20kN保持
1枚	No.1-1	No.2-1		No.3-1	
2枚	No.1-2	No.2-2	No.2-3	No.3-2	No.3-3

2.4 実験条件

拘束荷重を 5kN, 10kN, 20kN, および、挟むゴム板の枚数を 1 枚あるいは 2 枚として実験を行った。ゴム板を多く挟むと、上面からの拘束が緩くなりやすくなると考えられる。各供試体の実験条件は表-1 に示す。

2.5 実験結果と考察

図-4～8 に試験結果を示す。図中の数字は拘束応力（単位は MPa）を表し、割裂試験により導入した初期

ひび割れ幅は w_i (単位は mm) として示している。なお、せん断応力の増加が認められなくなった状態を終局状態と判断し、載荷を終了した。以下に、各試験条件におけるせん断方向の変位とせん断応力の関係を示す。ここでこれらの変位は、表面と裏面の平均値として算出している。

図-4 より、ゴム板の枚数が少ない場合に拘束応力は増加しやすく、せん断応力は大きくなった。また、ゴム板の枚数によらず、せん断方向の変位が 0.4mm を超えると、せん断応力の増加量はほぼ一定になった。

図-5 より、ゴム板の枚数が多い場合にせん断応力は小さくなった。また、拘束応力が概ね 1.1~1.2MPa に達した後、せん断剛性は拘束条件によらず一定となった。

図-6 より、拘束荷重を 5kN とした場合と同様に、ゴム板の枚数が少ない場合にせん断応力および拘束応力は大きくなる傾向を確認した。また、拘束荷重を 10kN とした場合と同様に、終局状態に近づくにつれてせん断剛性は拘束条件によらず一定となった。

図-7 より、拘束荷重が大きいほどせん断応力は大きくなり、最終的なせん断方向の変位は小さくなった。また、終局状態に近づくにつれてせん断剛性は拘束条件によらず一定となった。

図-8 に、すべての実験条件におけるせん断方向の変位とひび割れ直交方向の変位の関係を示す。これより、せん断方向の変位とひび割れ直交方向の変位は、拘束条件に関わらずほぼ同様に増加することがわかった。

3. まとめ

ひび割れ面では、拘束力が大きくなるにつれてせん断伝達応力も大きくなる²⁾³⁾。しかしながら、必ずしもその傾向が現れるわけではなく、初期のひび割れ幅がせん断挙動に大きく影響を与えていると考えられる。また、終局状態に近づくにつれて、せん断剛性とせん断方向の変位に対するひび割れ直交方向の変位は、全ての拘束条件において同様の変化の傾向を示す。今回得られたせん断伝達挙動を再現するモデルを組み込んだ海岸構造物の解析を行い、点検で得られたひび割れ幅から構造性能を推定する手法について検討を進める予定である。

本研究は、JSPS 科研費 24360174 の助成を受けたものです。

4. 参考文献

- 1) 田所敏弥, 佐藤靖彦, 上田多門: 斜めひび割れ面のせん断伝達機構と鉄筋コンクリート棒部材の斜め引っ張り破壊, 土木学会論文集, Vol.60, No.739, pp.195-211, 2003.
- 2) 吉川弘道, 呉智深, 田辺忠顕: 数値シミュレーションによるひび割れ界面における非線形挙動の考察, 土木学会論文集, Vol.11, No.408, pp.71-80, 1989.
- 3) 吉川弘道, 田辺忠顕: コンクリート部材のひびわれ界面における力学的挙動に関する解析的研究, 土木学会論文集, Vol.5, No.372, pp.101-110, 1986.

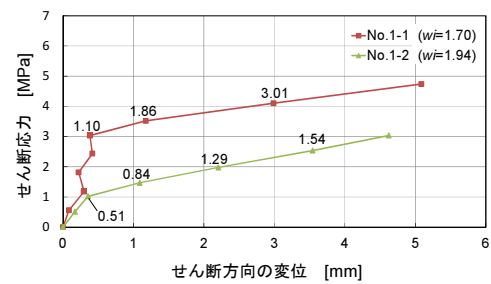


図-4 せん断応力ーせん断方向の変位
(拘束荷重: 5kN)

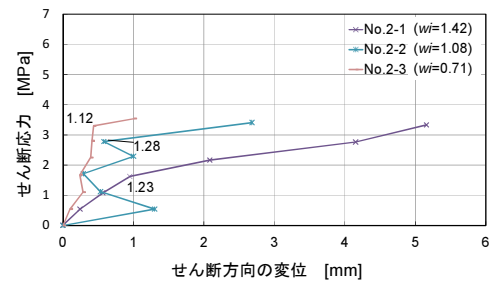


図-5 せん断応力ーせん断方向の変位
(拘束荷重: 10kN)

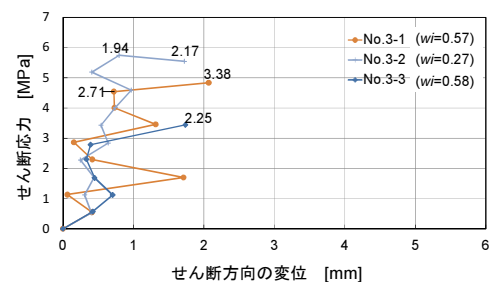


図-6 せん断応力ーせん断方向の変位
(拘束荷重: 20kN)

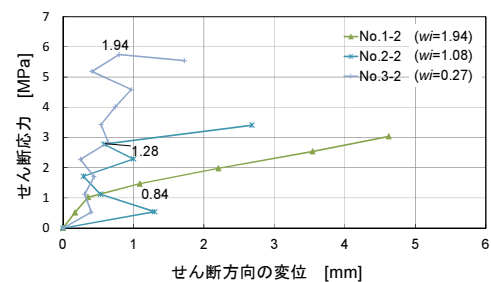


図-7 せん断応力ーせん断方向の変位
(ゴム板: 2枚)

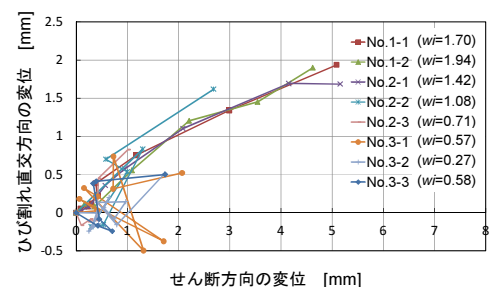


図-8 ひび割れ直交方向の変位ーせん断方向の変位