

V-428 軸引張力下でのダウエル作用による変形状

北海道大学工学部 学生員 小原 孝之
三菱重工株式会社 正員 兼松 秀行
北海道大学工学部 正員 上田 多門
北海道大学工学部 正員 角田與史雄

1. はじめに

RC部材における、斜めひび割れ発生後のせん断力伝達機構の一つにダウエル作用がある。ダウエル作用が発揮されている場面では軸方向に引張力が作用していることが多いため、本研究では、軸引張力下でのダウエル作用の変形状を明らかにすることを目的とし、有限要素解析を行った。

2. 実験概要

研究の対象とした実験は、我々が過去に行ったものであり、その詳細は文献1に詳しい。供試体図を図1に示す。主筋には、アラミド繊維を組紐状に編み樹脂で硬化させた連続繊維補強材（以降、FRPロッドと言う）を用いる。供試体の両端のコンクリートブロックに力（P）を加え押し出すことによって、人工ひびわれを発生させ、ひびわれ幅を一定に保ちながらせん断力（Q）を加えた。実験の諸元を表1に示す。全ての供試体がロッドの破断によって終局を迎えていて、実験後に、ひびわれ幅近傍のFRPロッド周辺のコンクリートに円錐上の破壊（以降、剥離と言う）が観察された。

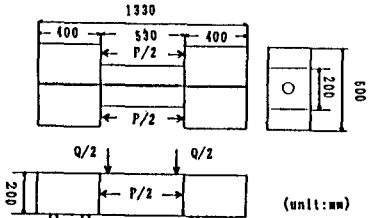


図1 供試体図

表1 実験結果緒元

	f_c'	P	W	ΔL	Q	δ
NO.1	32.1	77.4	11.70	14.0	0.0	0.00
NO.2	34.1	29.4	3.00	10.0	37.2	5.04
NO.3	41.7	49.4	4.22	12.0	21.5	5.02
NO.4	34.5	22.5	1.00	4.0	28.4	3.09

f_c' :コンクリート圧縮強度(MPa) δ :せん断変位(mm)
P:軸引張力(kN) W:人工ひび割れ幅(mm)
 ΔL :剥離深さ(mm) Q:せん断力(kN)

3. 解析概要

本研究では、前川らが開発した鉄筋コンクリート構造用有限要素プログラム『COMM2』²⁾を用い解析を行った。

3.1 連続繊維補強材とコンクリートの付着—すべり関係

本解析では、付着—すべり関係をバネ要素を用いて表し、島らの研究によって提案、定式化された鉄筋とコンクリートの付着—すべりモデル³⁾に、実験結果⁴⁾をもとに修正を加えたものを用いた。引張力とひびわれ幅の開口変位の関係の比較を図2に示す。

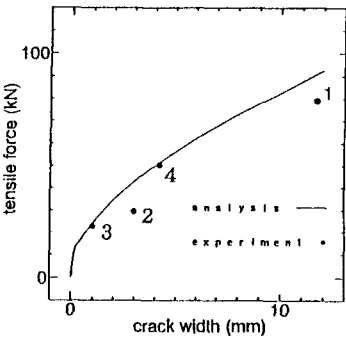


図2 引張力—ひびわれ開口変位関係

3.2 連続繊維補強材の材料定数

直交異方性を考慮したFRPロッドの材料定数を表2に示す。ただし、軸直角方向弾性係数及びポアソン比の値は一般的なアラミド繊維とエポキシ樹脂の一方方向性複合材料の値であり、FRPロッドについて計測を行ったものではない。

表2 連続繊維補強材の材料定数

elastic modulus (MPa)	
longitudinal	6500
transverse	550
shear modulus (MPa)	210
poisson's ratio	0.3

3.3 解析条件

本解析の要素分割図を図-3に示す。

本研究ではマッシュなコンクリート中に配置された補強材を想定しており、FRPロッド周辺の軸引張力によるコンクリートの劣化は、剥離深さの考慮とFRPロッドとコンクリートの間の付着すべり関係で表現し、

実験結果において、せん断力-せん断変位関係（図4参照）にコンクリートの材料非線形性の影響はみられなかったため、FRPロッド周辺のコンクリートを弾性体と仮定した。

4. 解析結果

せん断力-せん断変位関係の実験値と解析値との比較を図4に示す。どの供試体についても概ね変形を評価することができた。

4.1 変形状

3つの供試体のせん断変位3mmの時のFRPロッドの変形図及びひずみ分布を図5、6に示す。

図5より、全ての供試体においてひびわれ幅近傍で局部的に変形していて、ひびわれ幅が小さいほど、ひびわれでのFRPロッドの勾配が大きくなる。これは、ひびわれ幅内のむき出しになったロッドの長さが影響するものであり、変形を評価する際の、剥離深さを考慮することの重要性を示すものである。

図6より、軸方向の引張ひずみの絶対量は、ひびわれ幅の大きなものほど大きな値を示しているがせん断ひずみにおける傾向はこれに反し、ひびわれ幅の狭いものの方が大きな値を示している。すなわち、軸引張力の大小により変形状が異なる。

5. まとめ

1) 軸引張力の影響

として、剥離深さと、付着すべり関係を考慮した有限要素解析を行うことにより、軸引張力下でのダウエル作用の変形状を評価できた。

2) 軸引張力の大きさにより、ダウエル作用の変形状は異なり、ひびわれ幅の大きなものにおいて軸方向ひずみも大きいのにに対し、せん断ひずみは、ひびわれ幅の小さいものにおいて卓越する。

〈参考文献〉

- 1) 佐藤ら：引張力とせん断力を受けるFRPロッドの破壊基準に関する実験的研究、連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用に関するシンポジウム講演論文報告集
- 2) 前川ら：鉄筋コンクリート用解析プログラム「COMM2」、第2回RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集、1983・10
- 3) 島ら：マッシュなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係、土木学会論文集 第378号/V-6、1987・2
- 4) 島ら：片引き試験による連続繊維補強材の局所付着応力-すべり関係、コンクリート工学年次論文報告集 V.1.15 NO. 2、1993

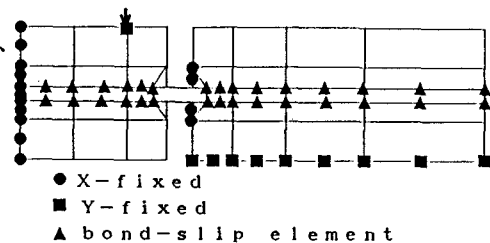


図3 要素分割図

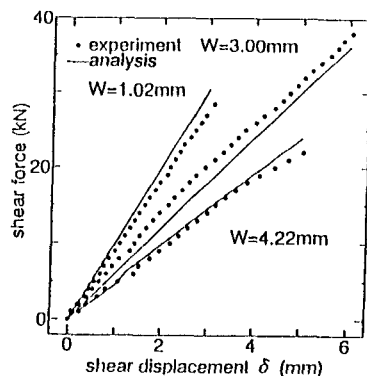


図4 せん断力-せん断変位関係

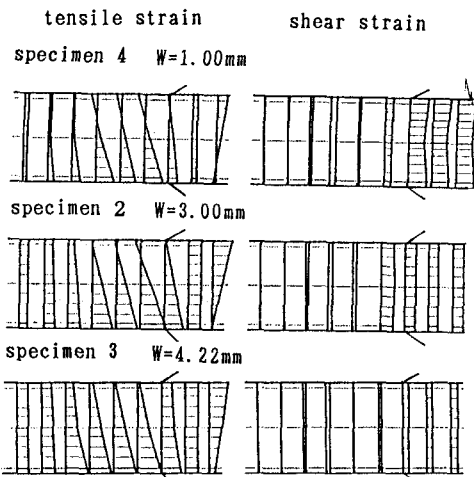


図6 ひずみ分布

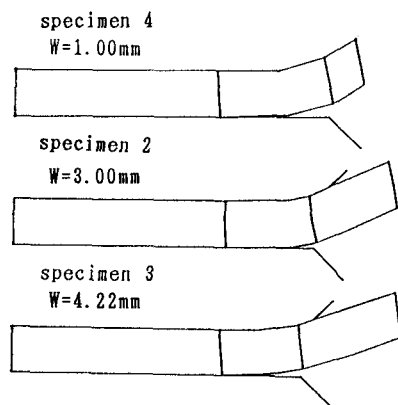


図5 変形図