

FRPロッドのせん断伝達性状に関する実験検討

日本大学工学部 学正員 ○中澤 さより

日本大学工学部 正会員 原 忠勝

1. はじめに

FRPは高耐食性、高強度、および軽量などといった特徴を有しており、鉄筋やP C鋼材に代わるコンクリート構造物の補強材として使用するための研究が盛んに行われている。本研究は、FRPロッドを主鉄筋やスターラップなどに用いる場合を想定して、ひび割れ面を横切って伝達されるせん断力作用下におけるFRPロッドの性状について実験を行い、せん断面と補強材のなす角度および補強材量が及ぼす影響について述べたものである。

2. 実験概要

本実験では、図-1に示すようなPush-Off型試験体による間接一面せん断試験を行った。ここで用いたFRPロッドはアラミド繊維（ $\phi 7.4\text{mm}$ 、異形ロッド）である。実験条件は、表-1に示すようにせん断面と補強材のなす角度 θ を 75° 、 90° 、 105° 、 120° 、 135° の5段階に変化させた。また $\theta = 90^\circ$ の場合、補強材の量を2本から6本の5段階に変化させた。コンクリートは試験日材齢において圧縮強度は、 $f_c = 27.7\text{N/mm}^2$ であった。載荷は破壊までの漸次増加荷重とし、水平方向変位と鉛直方向変位を測定した。

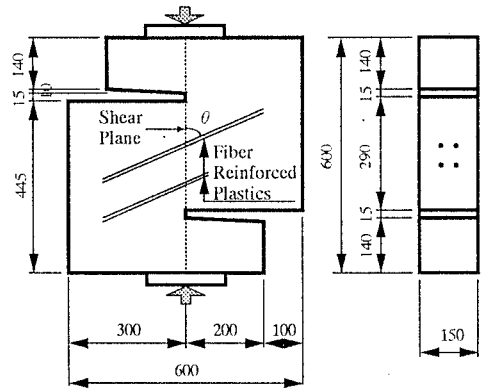


図-1 試験体の形状寸法

3. 実験結果および考察

表-1 実験条件

表-2 実験結果

3.1 FRPロッドのせん断強度

まず、FRPロッドの素材としてのせん断強度を「二面せん断試験による連続繊維補強材のせん断試験方法(案)」[1]に基づいて実験を行った。せん断強度は、表-2に示すように約 200N/mm^2 であった。

3.2 Push-Off型試験体の実験結果

図-2は試験体のひび割れの様相である。試験体は、初期ひび割れが試験体中央のせん断面に発生し、その後ひび割れ幅が広がると伴に、せん断面でずれを生じるという性状を示した。

$\theta = 90^\circ$ の場合、図-3に示すように初期ひび割れ発生と同時に耐力が低下するが、その後徐々に耐力が増加する傾向を示した。また、せん断面と補強材のなす角度 θ を変化させた場合、図-4に示すように、特に $\theta = 120^\circ$ 、 135° の条件では、耐力のピークが2回確認でき、その後耐力が低下した。 $\theta = 105^\circ$ 以下の条件では2回目のピークを確認できないまま、せん断部が試験体下端部と接触してしまったため載荷を終了したが、変位量はさらに大きくなるものと思われる。

Specimen	本数(本)	角度($^\circ$)
T2- 90	2	90
T3- 90	3	90
T5- 90	5	90
T6- 90	6	90
T4- 75	4	75
T4- 90	4	90
T4-105	4	105
T4-120	4	120
T4-135-1	4	135
T4-135-2	4	135

せん断面間隔		t=25mm	t=50mm
破壊荷重 kN	No.1	17.3	17.8
	No.2	17.7	17.5
	No.3	17.1	17.2
	Ave.	17.4	17.5
	SD.	0.25	0.24
強度 N/mm ²	No.1	201.1	206.9
	No.2	205.8	203.5
	No.3	198.8	200.0
	Ave.	201.9	203.5
	SD.	2.91	2.82

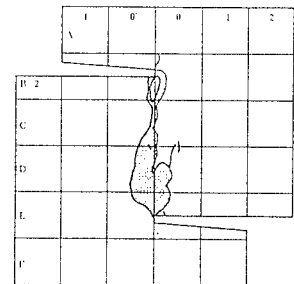


図-2 ひび割れ様相

試験後、コンクリート中のロッドの状態を観察するとロッドは曲げ試験後のような様相を呈していた。このことからロッドは、ひび割れ面を横切って伝達されるせん断力を受ける場合、キンキングによる破断性状を示すと思われる。

図-5はひび割れ発生荷重、および最大耐力から求めたせん断強度と角度 θ の関係を示したものである。ひび割れ発生時のせん断強度は角度による違いはほとんど見られないのに対し、最大耐力は角度が大きくなるにつれてせん断強度が大きくなり $\theta = 120^\circ$ で最大を示した後、小さくなる傾向を示した。また図中には、比較のため鉄筋を用いた場合の算定式として、山田の式²⁾による計算結果を示した。ロッドのせん断強度は剛性が低いため鉄筋のせん断強度と比べ十分小さい値となっている。

4. まとめ

ひび割れ面を横切って伝達されるせん断力作用下におけるロッドの性状について、実験を行い検討した。その結果をまとめれば、以下のようになる。

(1) ロッドはダウエル作用による補強材下側のコンクリートの圧壊はあまり見られず、ある位置で塑性曲げを受けたような状態になっていた。このことから、補強材がキンキング作用により破壊していることがわかった。

(2) ひび割れ発生時のせん断強度は、せん断面と補強材のなす角度および補強材量による違いは見られなかった。また最大せん断強度は、ひび割れ発生時より若干高く、角度および補強材量の影響を受けることがわかった。このことから、鉄筋は剛性が高いため最大せん断強度はコンクリートの強度に依存するが、ロッドは素材の強度に影響されるので、素材そのものの強度特性を考慮する必要があると思われる。

【謝辞】

本研究の実施に際して、FRPロッドを帝人(株)に提供していただき、また、院生・横尾氏にご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- [1]土木学会コンクリート委員会：資料No.6-4-4 二面せん断試験による連続繊維補強材のせん断試験方法(案)，第6回連続繊維補強材小委員会議事録，1995.4
- [2]山田一宇：面内力を受ける鉄筋コンクリートのせん断伝達機構および耐力，変形に関する実験的研究，東京大学学位論文，1981

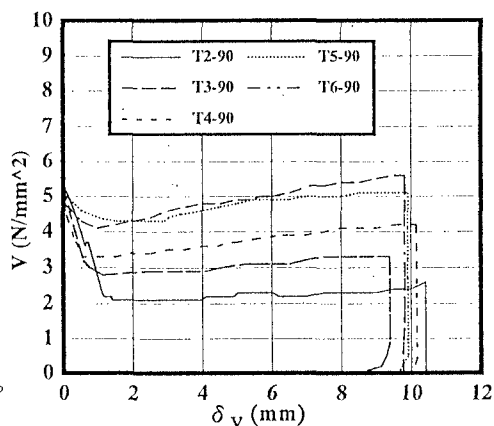


図-3 せん断応力度と鉛直変位

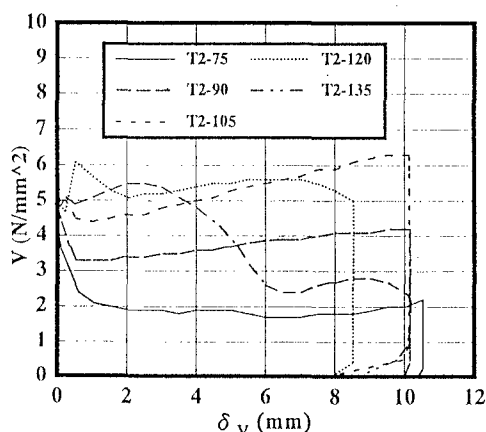


図-4 せん断応力度と鉛直変位

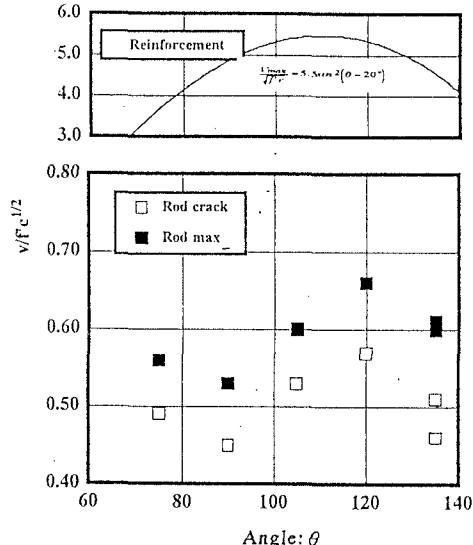


図-5 $V/\tau_c^{1/2}$ -角度の関係