

FRPロッドのひずみ計測におけるばらつきについての一検討

九州大学大学院 学生員 袴着正隆
九州大学工学部 正会員 阪本好史
九州大学工学部 正会員 牧角龍憲
九州大学工学部 古賀源象

1. はじめに

弾性状態のまま破断する連続繊維補強材においては作用応力の的確な把握が不可欠であり、その測定方法を早急に確立する必要がある。

土木学会「連続繊維補強材の引張試験方法（試案）」¹⁾においては、伸び計またはひずみゲージを用いてひずみ測定を行うことが定めてあるが、コンクリート部材内での挙動の測定や特殊条件下での測定を考慮すればひずみゲージを用いる方が一般性が高いと考えられる。しかしながら、ロッドの加工形状や成形法のためひずみゲージの長さや貼付位置により異なる測定値を示すことが考えられる。

筆者らは各種FRPロッドを取り上げ同一の試験を試みることにより、物性値測定方法の検討を行ったが、計測値には予想以上のばらつきが生じた。そこで本研究は、ロッドの形状、貼付位置などの違いによるばらつきを報告するものである。

2. 実験概要

本試験に用いたFRPロッドの繊維の種類、成形方法（図-1）、およびメーカーの試験による力学的特性を表-1に示す。

表-1 連続繊維補強材の一覧
メーカー保証値

記号	繊維種類	形状	径 (mm)	破断荷重 (kgf)	ヤング係数 (kgf/mm ²)	伸び (%)
GF-1	ガラス繊維	丸棒	8.00	3900	3309	
CF-1	炭素繊維	丸棒	8.00	9300	15000	1.3
CF-2	炭素繊維	加工丸棒	8.00	9300	15000	1.3
AF-1	アラミド繊維	組紐状	9.12	9600		(2.3)
CF-3	炭素繊維	組紐状	8.93	10870		(1.3)
VF-1	ビニロン繊維	組紐状	10.53	3630	5200	(7.0)
CF-4	炭素繊維	より線状	7.50	5812	13970	(1.3)
CF-5	炭素繊維	より線状	10.50	10605	13970	(1.3)
CF-6	炭素繊維	より線状	10.20	8000	11900	(1.3)

() 内は参考値

組紐状



より線状

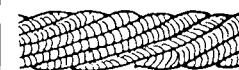


図-1 連続繊維補強材の表面形状の例

FRPロッドのつかみ部は静的破砕材の圧縮摩擦により鋼管内にロッドを固定しその鋼管にナットをつけることによりナットを介して引張する方法を用いた²⁾。また、試験部長さは1000mmとした（図-2参照）。

ひずみの測定には、伸び計（標点間50mm）を中央部に設置し、そのほかにゲージ長2mm, 6mm, 10mmの一般用ひずみゲージとゲージ長2mm, 5mmの複合材料用ゲージを中央付近に貼付した。ゲージ貼付の際には、ゲージが貼りやすいようにFRPロッド表面部の凹凸にひずみ追従性の良かったエポキシ樹脂を間詰めること

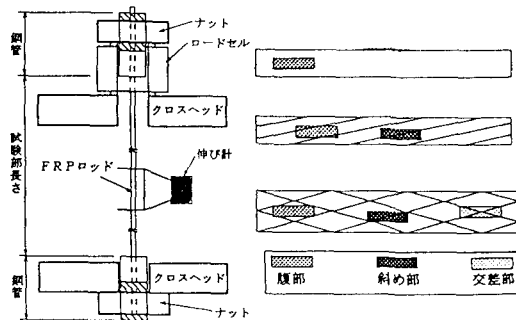


図-2 荷重装置

図-3 ひずみゲージ貼付位置

により平滑化し、ひずみゲージが貼付できる状態に成形した。ひずみゲージはロッドのよりにかからない場所（腹部）、よりの斜め部分にかかる場所（斜め部）、よりの交点の場所（交差部）瞬間接着剤を用いて貼付した（図-3参照）。引張試験の方法は保証破断荷重を基準とし、保証破断荷重の10%~50%の間で伸び計にみる荷重-ひずみ関係が落ち着くまで載荷および除荷を繰り返し、10%毎に荷重およびひずみを測定した。

3. 実験結果および考察

$$\text{偏差} = \frac{\text{較差}}{\text{平均値}} \times 100 (\%) \quad \dots\dots(1)$$

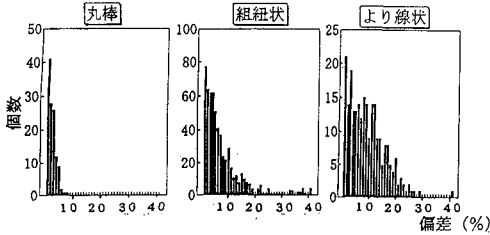


図-4 ロッドの形状ごとの偏差の度数分布

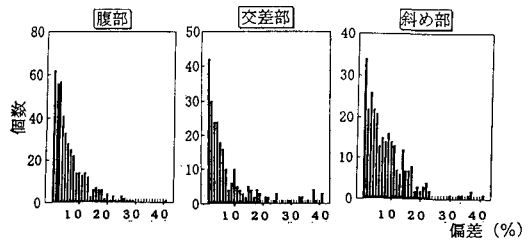


図-5 貼付位置ごとの偏差の度数分布

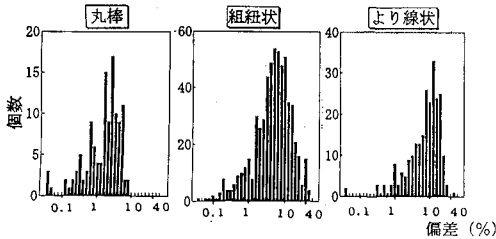


図-6 ロッドの形状ごとの偏差の対数の度数分布

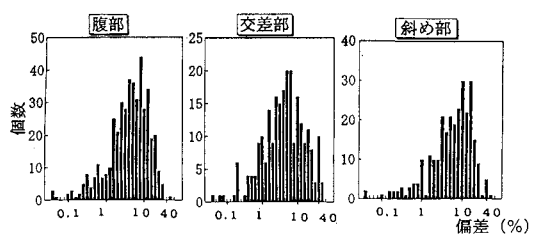


図-7 貼付位置ごとの偏差の対数の度数分布

式(1)により偏差を求め、(I) ロッドの形状，(II) 貼付位置ごとにまとめた。それらを度数分布で表すとそれぞれ図-4、図-5のような偏った分布になった。そこで、偏差の常用対数をとったところ図-6、図-7のような正規分布に近い分布が得られた。図-6から、丸棒のロッドのばらつきが小さく、これに比べて、組み紐状、より線状のロッドは偏差がかなり大きくなっていることがわかる。このことから、ロッドの形状については、よりの影響でばらつきが生じると考えられる。次に図-7より貼付位置については、腹部、交差部に比べ斜め部のばらつきが大きくなっており、弾性係数を求める際は腹部、交差部にゲージを貼付した方がよいと考えられる。

伸び計の偏差の度数分布およびその対数の度数分布を図-8に示すが、伸び計においてもばらつきがみられた。ナイフエッジなどの器具の問題およびその取付方法がこの原因として挙げられる。

以上よりFRPロッドのひずみ計測においては、ばらつきが生じやすいので十分な注意が必要である。

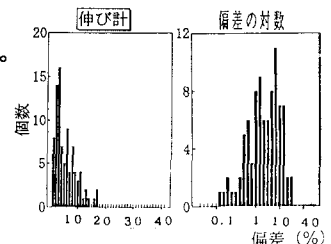


図-8 伸び計の度数分布

本研究は科学研究費補助金総合研究A（研究代表者：角田典史雄，課題番号04302040）の分担研究として行ったものである。

謝辞：本研究に供した材料は、三菱化成（株），ファイベックス（株），東京製綱（株），日東紡績（株），住友化学（株），ユニチカ（株）から提供して頂きました。また、実験に際しては九州大学東宏治氏（現山口県庁）の協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 土木学会：連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用，コンクリートライブラリー72，1992
- 2) 出光ほか：定着用膨張材を用いた連続繊維緊張材の引張試験に関する研究，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集，pp.59～64，1992