

V-89

FRP ロッドの引張強度と試験本数

東京大学生産技術研究所 正会員 西村次男  
 東京大学大学院 博士 後 堀川 誠  
 東京大学生産技術研究所 正会員 魚本健人

1. まえがき

FRPロッドをコンクリート用緊張材として利用するためには、定着具をも含めた引張強度とバラツキを明らかにするとともに、試験本数と得られる強度との関係を明らかにすることが大切である。そこで本研究では、FRPロッドとして、アラミド繊維、ガラス繊維、カーボン繊維を用いた一方向強化プラスチックロッド(それぞれAFRPロッド、GFRPロッド、CFRPロッドと略記する)を取り上げ、それぞれ繊維混入率が45%、55%、66%<sup>1)</sup>の試験片を各々100本づつ引張試験を実施し、引張強度とバラツキ、試験本数と得られる強度との関係について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

実験に用いたFRPロッドの補強繊維は、アラミド繊維、ガラス繊維、カーボン繊維の3種類とし繊維混入率は45%、55%および66%とした。いずれのFRPロッドも直径6mmの丸棒状で、一方向に強化されたものでマトリックスはビニルエステル樹脂である。FRPロッドの引張試験は、各種FRPロッドについてそれぞれ100本づつ実施した。試験片の長さは、いずれのFRPロッドも40cmとし、試験機は10tonオートグラフ(変位制御型)を用い、載荷速度を5mm/minとした。なおFRPロッドの載荷試験は、小林らが開発した2つ割りチャック<sup>2)</sup>を用いて実施した。

3. 実験結果と考察

図-1(a~c)は、各種FRPロッドの繊維混入率45%~66%と変化させた時の引張強度と破壊確率との関係を示したものである。これらの結果より(a)のAFRPロッドでは、バラツキの違いは多少あるものの、繊維混入率が増加すると、引張強度はほぼ繊維混入率に比例して増大している。また(b)

のGFRPロッドは、繊維混入率が45%および55%の場合にはAFRPロッドと同様な傾向となっているが、繊維混入率が66%の場合には引張強度の増大があまり認められない。しかし(c)のCFRPロッドでは、AFRPロッド

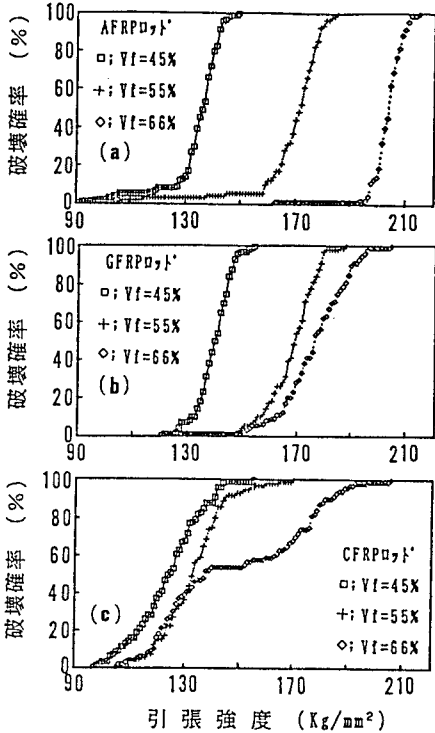


図-1 FRPロッドの引張強度と破壊確率

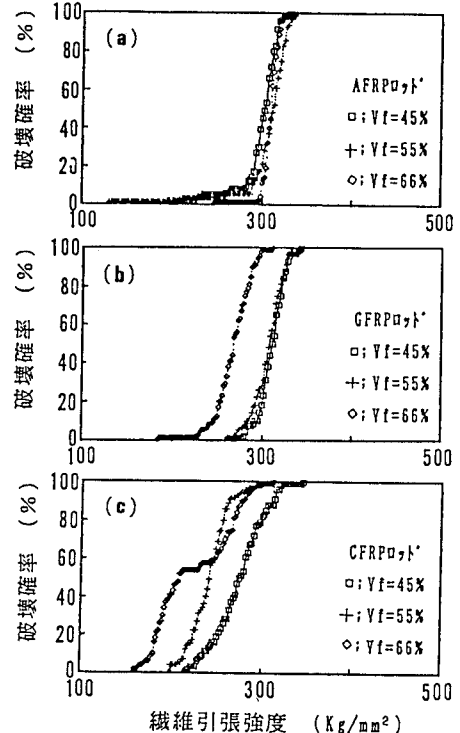


図-2 FRPロッドの繊維引張強度と破壊確率

ロッドの傾向とは明らかに異なり、バラツキも大きく繊維混入率を増しても引張強度の増大にはあまり寄与していない。

図-2(a~c)は、図-1の各種FRPロッドの引張強度をそれぞれの繊維混入率で割った値、すなわち繊維自身が受け持つ繊維引張強度と破壊確率との関係を示したものである。この図より(a)のAFRPロッドでは繊維混入率に関係なく繊維引張強度はいずれの繊維混入率でも約308kg/mm<sup>2</sup>となった。(b)のGFRPロッドでは繊維混入率が45%および55%ではほぼ同じ繊維引張強度となるが、繊維混入率が66%になると繊維強度は約270kg/mm<sup>2</sup>に低下する。この結果より、GFRPロッドでは繊維の限界混入率が存在するのではないかと考えられる。一方、(c)のCFRPロッドでは、AFRPおよびGFRPロッドとは異なり繊維混入率45%で275kg/mm<sup>2</sup>、55%で242kg/mm<sup>2</sup>、66%で213kg/mm<sup>2</sup>となり繊維混入率の少ないものほど繊維引張強度は高くなっている。この原因として考えられるのはCFRPロッドは、AFRPおよびGFRPロッドと異なり伸びが少ないために定着具の局部応力の影響を受けやすく本来の繊維強度が十分に発揮されなかったものと考えられる。

図-3は各種FRPロッド100本の引張試験結果を基に試験片本数(n)を3本から90本までランダムに各々100回選り出し、各平均強度を求め、その最大値・最小値と100本で実施した平均強度との比を示した図である。この図から明らかのように、繊維混入率によって多少の違いはあるが同じ試験片本数で100本の平均強度に最も近いものはGFRPロッドであり、CFRPロッドが最もバラツキが大きい。

例えば同じ試験片本数10本であっても、100本の平均強度に対しAFRPでは約±5~9%、GFRPでは約±2~3%、CFRPでは約±17~12%の範囲に平均強度が分布する。これらより本研究で実施した繊維混入率45~66%の範囲では、得られる平均強度の範囲が100本で行った場合の±10%以内と設定すれば、試験本数はAFRPロッドでは10本以上、GFRPロッドでは5本以上、CFRPロッドでは30本以上必要になることが明かとなった。

#### 4. まとめ

本研究で得られたことをまとめると次の通りとなる。

- ① AFRPおよびGFRPロッド( $V_f=66\%$ を除き)では、繊維混入率を増すことにより引張強度はほぼ繊維混入率に比例して増大する。しかし、CFRPロッドでは繊維混入率を増大させても繊維混入率に比例した強度増加は認められなかった。
- ② FRPロッドの引張強度を求める場合に必要とされる試験片本数はロッドの種類により異なり、本研究の範囲では100本で行った結果との誤差を±10%とすると、AFRPロッドでは10本以上、GFRPロッドでは5本以上、CFRPロッドでは30本以上必要となる。

本研究を実施するにあたり、実験に協力していただいた千葉工業大学卒論生大高勝正君に感謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 魚本、西村：生産研究、第42巻、第5号、1990.5
- 2) 小林一輔：FRP製プレストレストコンクリート緊張材用定着装置、生研リーフレット、NO.158、1987

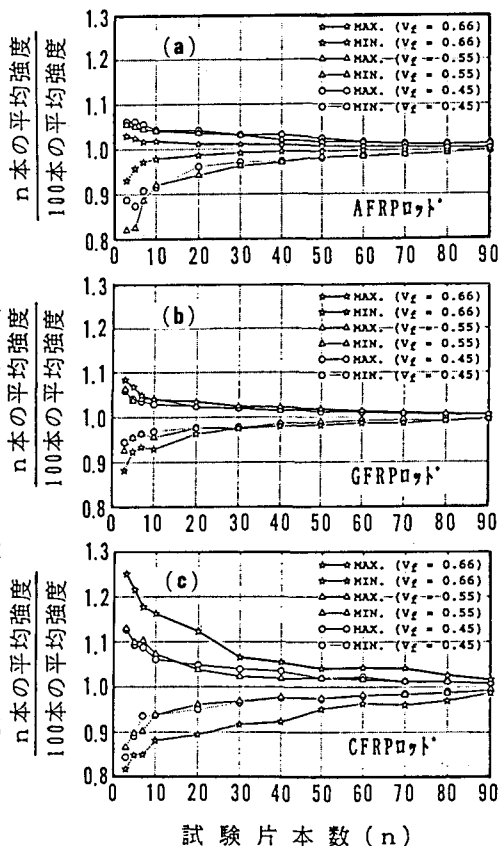


図-3 平均強度比と試験片本数の関係