

VI-310

FRP成形材料の構造部材への利用に関する曲げ試験

建設省土木研究所 ○正 佐々木 厳
正 西 崎 到
正 坂本 浩行

1. はじめに

繊維強化プラスチックはその高機能性（軽量，高強度，高耐食性など）から，特にコンクリート用緊張材料や地盤の補強用として本格的な適用が注目されている材料の一つである。これらの材料は既に航空機、船舶、自動車などの分野では一般構造材料として多用されている。土木分野においては英国で繊維強化プラスチックのみを用いた橋梁が設置されているように、緊張材料のみならず桁材等の構造材料として広く利用することが期待される。

本研究では、繊維強化プラスチックの引抜き成形材（以下FRP引抜き成形材と呼ぶ）をほとんどの構造部材に使用し、これに緊張材料を併用して人道橋を架設することを目標としているが、まず3点曲げ試験により弾性率と強度を評価して問題点の検討を行ったので、この結果を報告する。

2. 試験材料（FRP引抜き成形材）

繊維強化プラスチックの引抜き成形とは、強化繊維を平行に引きそろえたものにマトリックス樹脂を含浸させ型に引き込んで硬化させるものであり、線材、パイプ、型材、チャンネル等の等断面長尺部材の製作が可能である。最近盛んに利用が検討されているカーボンやアラミドなどの繊維を使用した緊張材料もこれらの製品のの一つである。FRP引抜き成形材は、たとえば10cm角10mの部材1本では約36kgであることから、現場において大きな重機を必要とせずに容易に架設できると考えられるため、このような材料の適用は施工の省力化の面からも有効であると考えられる。今回は桁部材への適用を考えるため、コストの面からFRPの主流であるガラス繊維を用いたFRPの中空正方形断面引抜き成形材（角棒ビーム）について検討を行った。成形材は非常に長い部材の製造も可能であるが、構造物の施工における資材運搬と架設面から、縦及び横方向の接合が不可欠となるため、軸方向に接合したFRP引抜き成形材の曲げ試験も実施した。

試験に用いたFRP引抜き成形材を表-1に示す。部材形状は50×50mm、4mm厚の中空正方形断面の型材であり、現在一般的に用いられているGFRPであるポリエステルを母材にしたFRP-1のほか、高弾性を目的として材料設計したFRP-2と、図-1のように内ソケット継手を用いて接着リベット止めた接合部材の3種類の材料評価を行った。

表-1 試験材料

名称	FRP-1	FRP-2, 接合部材
繊維	ガラスロービング	
マトリックス樹脂	不飽和ポリエステル	ビニルエステル
充填材	炭酸カルシウム	
繊維混入率	55%	70%
密度	1.9 g/cm ³	

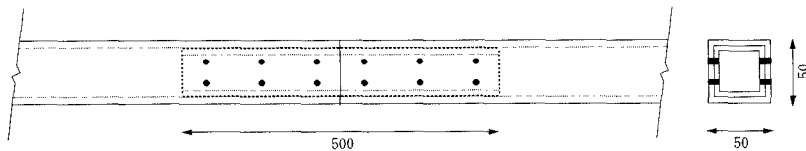


図-1 FRP-2を用いて突き合わせ接合した部材

3. 曲げ試験結果

FRP引抜き成形材を使用する場合に曲げ性状が設計上問題となるため、静的3点曲げ載荷試験を行った。

支点間距離は350, 600, 800, 1500mmと変化させ、載荷試験速度はそれぞれ4, 12, 25, 75mm/minとした。

(1) 弾性率

FRP引抜き成形材の曲げ弾性率試験結果を図-2に示す。構造用普通鋼は $21,000\text{kgf/mm}^2$ であり、ガラス繊維を用いたFRP引抜き成形材の曲げ弾性率は一ケタ小さく、 3500kgf/mm^2 程度であった。支点間距離が短い(特に350mm)場合には、治具のピン(30mmφ)が型材頂面にめり込むことにより変位を生じ貫入試験のようになってしまうため、適正な弾性率が得られていないものと思われる。

(2) 強度

FRP引抜き成形材の最大曲げ強度は、図-3に示すように支点間距離によって大きく変化するが、支間長が長い場合には、 30kgf/mm^2 以上の強度が得られることがわかった。構造用普通鋼SM50Yでは 50kgf/mm^2 と規定されており、樹脂の検討や若干の炭素繊維の混入やクロス張り付け、断面の変更等の対応で十分な曲げ強度が得られるものと思われる。接合部材の強度は基材(FRP-2)に比べて2割程度強度が低いいためより有効な接合方法を検討する必要がある。

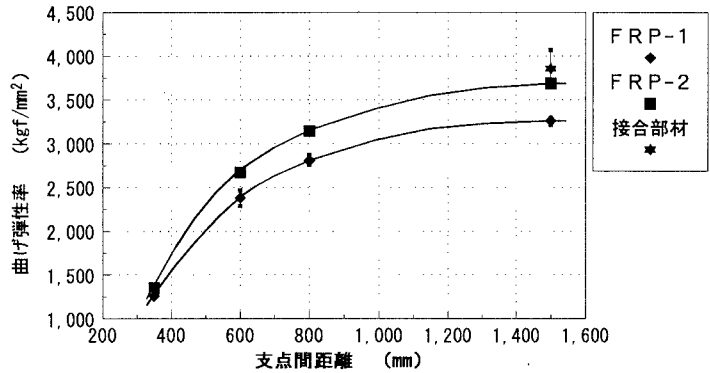


図-2 曲げ弾性率と支点間距離との関係

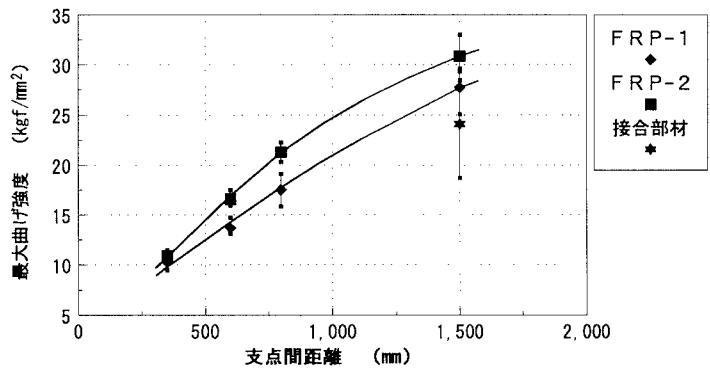


図-3 最大曲げ強度と支点間距離との関係

4. まとめ

今回行った試験の結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 曲げ弾性係数のレベルは鋼材に比べて一ケタ小さいため、FRPに適した構造形式の選定が必要である。
- (2) 曲げ強度は構造用鋼材に比べてやや低い程度であり、材料設計条件の最適化等により対応可能であろう。
- (3) 今回実験に用いた縦接合方法では、母材に比べて十分な曲げ強度が得られなかった。

FRP引抜き成形材の構造部材への適用に関しては、より簡易で信頼性の高い接合方法、弾性率の増加のほか、圧縮特性、クリープ、疲労強度など検討すべき課題は多い。今後も、FRP引抜き成形材の最適な材料設計と、緊張材を組み合わせた適用などにより、繊維強化材料のみを使用した橋梁の架設を検討してゆきたい。また構造部材には優れた耐久性が要求されることから、環境劣化特性を十分に把握して材料の寿命や破損形態を正確に把握しておくことも重要であると考えている。

参考文献

土木研究所資料第3291号, 繊維強化構造材料の歩道橋への利用可能性の検討, 1994-11