

I-508

FRP製永久型枠を用いたRCばりの曲げ耐力試験

（株）酒井鉄工所 正員○石崎 茂
 （株）酒井鉄工所 吉田 洋治
 大阪大学 工学部 正員 松井 繁之

1. まえがき 繊維強化プラスチック（以下FRPと呼ぶ）の引抜材を道路橋の鉄筋コンクリート床版の永久型枠として使用した場合、①引張強度が高く、弾性係数がコンクリートのそれとほぼ等しいため、RC部分との合成効果が期待できる、②軽量のため現場施工が容易である、③耐水性、耐食性に優れた材料である、④工場で製作でき、撤去不要のため、現場工期の短縮が可能、⑤木材や型枠技術者の不足が解消可能等の利点が考えられる。これらの利点を生かして、今回、FRP製永久型枠を開発した。本研究では、その構造特性、および静的基本強度を確認するため、FRP-RC合成ばりの曲げ耐力試験を実施した。

2. 実験の概要 FRP製永久型枠を用いた合成床版の概念図を図-1に示す。今回の実験に用いた供試体は、主鉄筋方向および配力鉄筋方向の、はりとしての曲げ強度調べるため、補強リブ2本を含む断面を床版支間方向に取り出したものと、その直角方向に取り出したものの2種類とした。それぞれについて、型枠の表面に砂を接着したもの、および無処理のもの各2体ずつ計8体の供試体を作成した。主鉄筋方向の供試体の概要を図-2に示す。主鉄筋方向供試体については、合成ばりとしての実験に先立って、型枠としての曲げ試験を実施した。実験は、支間1.8mの単純ばりの支間中央に、硬質ゴム製の載荷板を介して、1000kNの万能試験機により載荷した。載荷方法は、コンクリートのひびわれ進展による残留たわみを調べるために、50kN毎に載荷、除荷を繰り返した。測定項目は、たわみ、各構成部材のひずみ、型枠とコンクリート間のずれとした。また、供試体構成材料の力学特性は表-1に示すとおりであった。

3. 実験結果と考察 FRP型枠のみの曲げ試験結果では、コンクリート打設時の死荷重に相当する曲げモーメントに対して、変位、ひずみ共ほぼ完全な弾性挙動を示し、その値は、材料試験結果による計算値とほぼ一致した。表-2 構成材料の力学特性死荷重相当の荷重によるたわみは、支間長の約1/1000であり、型枠として十分な剛性を有していることを確認した。図-3に合成ばりとしての主鉄筋方向の供試体の支間中央における荷重-たわみの履歴曲線、およびRCばりの計算破壊荷重を示す。この図より、主鉄筋方向の2種の供

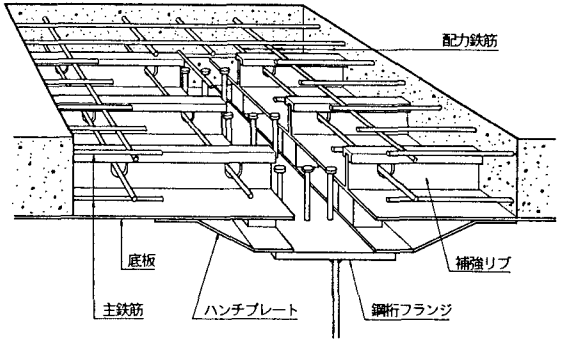


図-1 FRP-RC合成床版の概念図

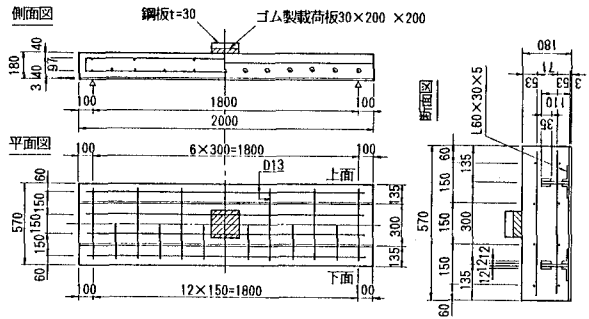


図-2 主鉄筋方向の供試体

表-1 供試体名と破壊荷重

供試体名	リブ配置	表面処理	破壊荷重	平均値	RCとの比
A	スパン方向	砂接着	335 KN	347 KN	2.78
			359 KN		
			303 KN		
B	スパン方向	無処理	310 KN	307 KN	2.45
			125 KN		
C	直角方向	砂接着	150 KN	173 KN	1.51
			195 KN		
			150 KN		
D	直角方向	無処理	159 KN	155 KN	1.36
			114 KN		
鉄筋コンクリートのみの計算破壊荷重					

表-2 構成材料の力学特性
 (単位: N/mm²)

材料	弾性係数	強度
コンクリート	30.0 × 10 ³	σ _{ck} = 42.9
鉄筋	210 × 10 ³	σ _y = 356.3
FRP PI	17.3 × 10 ³	σ _t = 235.4
FRP L	28.2 × 10 ³	σ _t = 343.2

試体とも、RCばりの計算破壊荷重までは、ひび割れの進展は少なく、残留たわみも極めて小さいが、配力鉄筋方向の供試体では、無処理のものは、同様の荷重に対して比較的大きな残留たわみが発生することが分かる。これは、型枠とコンクリート間のずれに起因するものと思われる。また、砂を接着した2方向の供

試体とも、無処理のものに比べて、はりとしての弾性係数が高く残留たわみも小さい。これは、型枠とコンクリート間の付着強度が高いため、ずれが発生せず、ひび割れの進展が抑制されるためと考えられる。図-4に主鉄筋方向供試体の支間中央断面における、コンクリート上面、引張鉄筋、およびFRP型枠下面の荷重-ひずみ曲線の包絡線を示す。この図から、鉄筋が降伏するまでは、はり全体がほぼ弾性挙動を示し、鉄筋の降伏後もFRP型枠が引張強度を負担するため、かなりの余剰強度が期待できることが分かる。さらに、下側鉄筋の降伏荷重を見ると、砂処理したものは、無処理のものに比べて約50%降伏荷重が向上した。これは、型枠との合成効果のためである。図-5に各荷重段階における主鉄筋方向供試体の、支間中央断面のひずみ分布を示す。この図から、コンクリート、圧縮側鉄筋、引張側鉄筋、および、型枠下面のひずみが、無処理の供試体では、型枠とコンクリート間のずれの発生に伴ない不連続となるが、砂接着の供試体では、200kNの荷重に対しても、なお断面内ではほぼ直線分布しており、合成断面として挙動していることが分かる。図-6に主鉄筋方向供試体の支点上におけるずれの分布を示す。無処理のものは荷重の増加にしたがって、ずれが大きくなるが、砂接着のものは破壊直前まで、ずれは全く発生せず良好な付着性状を示した。各供試体の破壊荷重は、表-1に示すとおりで、RCばりの計算破壊荷重に対して、主鉄筋方向では、約2.45~2.78倍、配力鉄筋方向では、約1.36~1.51倍であり、砂接着のものの耐荷力が大きくなった。

4. 結論 以上の実験より、FRP製永久型枠を用いた合成床版では、型枠表面が無処理の場合でも十分大きく耐荷力が向上することが分かった。これは、リブの剛性と、それによるコンクリートの拘束効果によるものである。また、型枠表面を砂処理すると、最終破壊荷重まで合成効果が保持することが分かった。今後は、このFRP製永久型枠を道路橋のRC床版に使用した場合、版としての強度特性を把握すると共に、繰り返し荷重下における強度特性についても明らかにしていく予定である。なお、本実験において、供試体の製作にあたり、旭硝子マテックス㈱、三井東圧化学㈱の方々、FRP型枠材、および接着剤に関して、多大なご協力を頂いたことを記し、ここに感謝の意を表します。

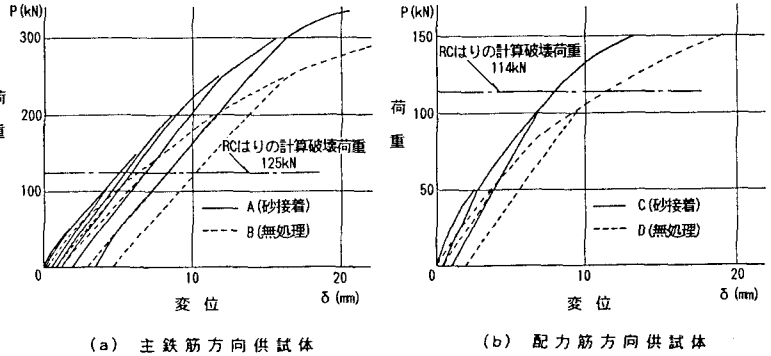


図-3 変位履歴曲線

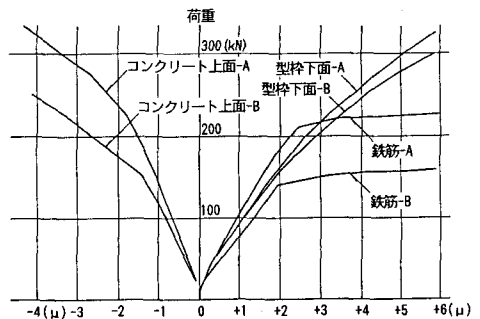


図-4 荷重-ひずみ曲線

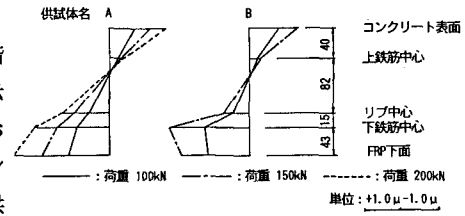


図-5 断面内におけるひずみ分布

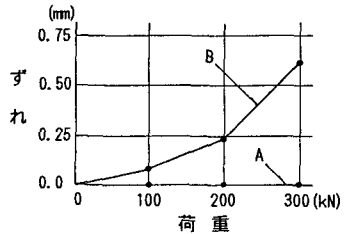


図-6 支点上におけるずれ