

補強工事における FRP グリッド取付けの新手法開発

清水建設（株） 正会員 ○宮田 佳和 久保 昌史
マックス（株） 正会員 笹井 謙司 米山 寛

1. FRP グリッド工法の概要

FRP グリッド工法は既設構造物のコンクリート表面に FRP グリッドをアンカー等で取付け、特殊ポリマーセメントモルタルの吹付け等により一体化させる工法である（図-1 参照）。FRP の基本的特徴である高強度、高弾性、軽さ、耐食性

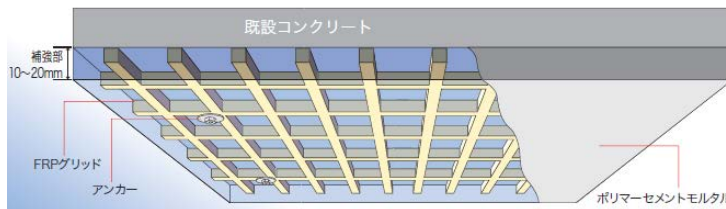


図-1 FRP グリッド工法概要図¹⁾

に加え、格子交差部が同一面上にあるため、鉄筋を用いる場合と比べて断面を薄くすることが可能となる。このような特徴から、橋梁の床版増厚補強、橋脚の巻立て補強、水力発電所導水路のFIT改修等で広く使用されている。

2. FRP グリッド工法の課題

FRP グリッド工法の手順としては、①高圧洗浄等による下地処理、②FRP グリッド取付け、③ポリマーセメントモルタル施工（主に吹付け）となるが、①、③は機械施工のため施工は早い、②のFRP グリッド取付けが最も時間がかかる作業となっている。②は1m²当たり10か所の固定が必要であり、また、一般的に固定に使用されているリベットアンカーの施工手順としては、ハンマードリルによる下穴施工とその後のリベッターによるアンカー施工の2段階となり、下穴施工により発生する切粉の除去も場合により必要となる。これらのFRP グリッド取付け、および、それに付随する一連の作業に要する時間の短縮が、本工法の全体の施工速度向上に欠かせないものと考えられた。

3. FRP グリッド取付けの新方法

リベットアンカーに代わる FRP グリッドの固定方法として、コンクリート躯体や鋼板に内装材、防水シート等を固定する作業に使用されているガス内燃式ピン打機（以下、ガスネイラ、写真-1 参照）に着目した。



ピン(21mm)

写真-1 ガスネイラおよびピン

ガスネイラはエンジンと同様の原理で、機械内部で燃料ガスと空気の混合物を電池パックを動力源にした火花で点火・燃焼させ、そのエネルギーでピンを打つ機構となっている。エア式ピン打ち機のようにコンプレッサ、ホースに繋ぐ必要がなく取回しに優れており、火薬が不要なため銃刀法対象外となっている。使用するピンは径3.0mm（頭径6.3mm）で、長さ13〜21mmを対象のコンクリート強度などによって使い分ける。ピンはプラスチック製の連結帯により順次送り出され、バネにより次弾が装填される。リベットアンカーはステンレス製ワッシャーを介してグリッドを固定するが、ガスネイラはそれに相当するものとして、打撃時のガイド機能も備えたプラスチック製ワッシャーを採用することとし、その形状について検討した。

4. ガスネイラ用ワッシャーの開発

図-2に新開発したプラスチック製ワッシャーの試作品を示す。ワッシャーはガスネイラ側にガスネイラ先端に差し込んで自身を保持できるガイドを、同様にグリッド側にはコンクリート面に対して垂直にピンを打込むことを目的としたガイドを備えており、両ガイドはピン打撃の衝撃により潰れてかぶりを確保できるよ

キーワード FRP, FRP グリッド, 導水路, 補強, 巻立て, 改修

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設(株)土木技術本部基盤技術部コンクリートG TEL:03-3561-3915

うにしている。また、ワッシャーが介在することは補強の設計上は考慮されないが、リベットアンカーのステンレス製からプラスチック製へ材質変更するにあたり、モルタルとの付着が低減することが懸念されたため、ワッシャーに6本の爪を設け、吹き付けたモルタルがワッシャー裏側に回り込み、また、爪がモルタルを捉えることで付着を向上させる形状とした。

5. 試験施工、引張試験

ガスネイラによる施工性確認、ワッシャーの性能確認等のため試験施工を行い、建研式接着力試験機によりワッシャー介在部のモルタルの付着強度を確認した。施工には、既存の水力発電所導水路トンネルを模擬し呼び強度 18 のコンクリートで製作したアーチカルバートを用いた。

施工速度については、ピンを打った箇所にも偶々骨材があるとピンが弾かれてしまい打ち損じになるが、それを含めても従来のリベットアンカーによる施工と同等以上の施工速度であることを確認した。また、この後モルタル吹付け工も実施したが、ガイドが適切につぶれることにより、モルタル施工時の鏝仕上でも問題ない程度のかぶりを確保できることを確認した。

ワッシャーの無い箇所およびワッシャー介在部の付着試験の結果を図-3に示す。試験ではワッシャーの位置を事前にマーキングしておき、ワッシャーが中心となるように40×40mmの範囲に切り込みを入れ試験を行った。試験は各ケース6点実施したが、試作品とリベットの付着強度は同程度であった。破壊形態は、ワッシャー無しのケースは全て母材破壊であり、呼び強度 18 のコンクリートを用いたためであると考えられる。試作品はワッシャー上面とモルタルの界面、あるいは、ワッシャー下面とコンクリートの界面での破壊であり、ピンごと引抜けたものもありワッシャーとモルタルの一体性が確認できた。リベットアンカーは全てワッシャー上面とモルタル界面の破壊であった。

6. 現場適用

現場適用し試験施工と同等の状況であることを確認した。

参考文献

1) FRP グリッド工法研究会ホームページ: <https://www.frp-grid.com/index.html>

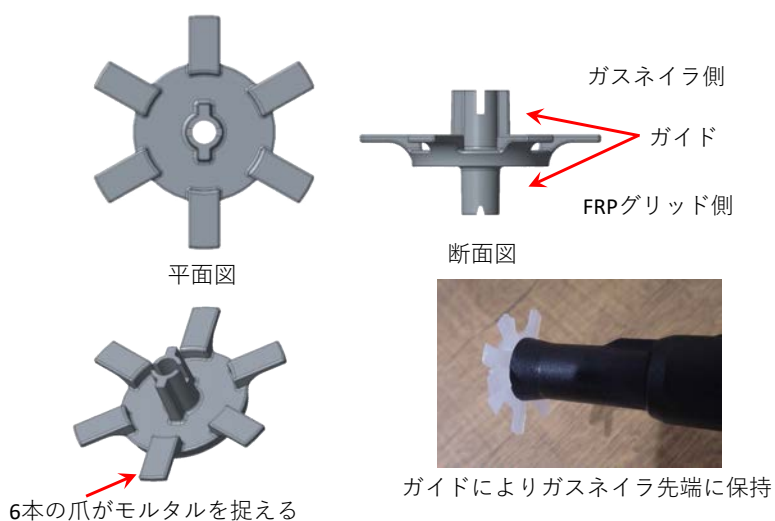


図-2 新開発のプラスチック製ワッシャー（試作品）



写真-2 試験施工状況

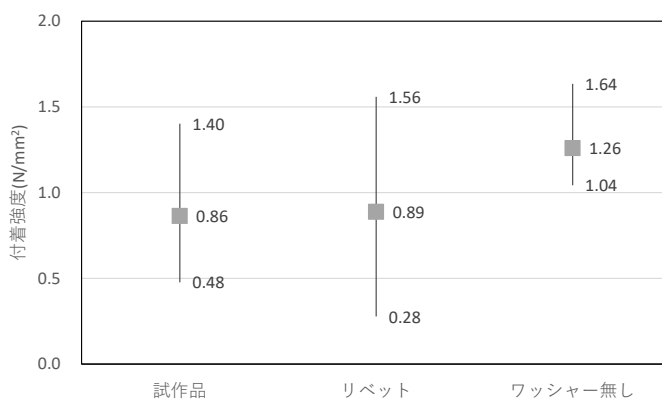


図-3 付着試験結果



写真-3 現場適用状況