

CFRP グリッドを用いた PCM 吹付け工法による補強部界面の応力伝達機構

九州大学大学院 学生員 ○松山 功樹 九州大学大学院 正会員 山口 浩平
 (株) さとうベネック 正会員 中村 智 (株) 仲田建設 正会員 大野 智恵
 新日鉄マテリアルズ(株) 非会員 谷口 硯士 九州大学大学院 フェロー会員 日野 伸一

1. はじめに

CFRP グリッド(以下, グリッド)を用いたポリマーセメントモルタル(以下, PCM)吹付け増厚工法(以下, FRP グリッド工法)¹⁾は, グリッドが高強度・軽量・高耐久性といった長所を持つため, 施工や維持管理が容易であり, 吹付けによる PCM の増厚のため施工速度に優れ, 従来の工法に比べ吹付け厚を薄くでき, 既設構造物に与える影響が少ないといった特徴を有する. 本工法は既設コンクリートにグリッドを接触配置した PCM 増厚量が 10mm 程度と従来工法に比べて薄層であるため, 実構造物を模擬して補強部界面の必要定着長や応力伝達機構の解明が重要である.

本研究ではグリッドを既設コンクリートに接触配置した場合の必要定着長や応力伝達機構を縦筋の有無, 筋間隔および PCM の種類より検討した.

2. 試験概要

試験体概略図を図-1 に示す. 試験体は 7 種類(各 3 体)とし, 増厚材には高強度および低弾性型 PCM を使用した. またグリッドは汎用性の高い CR-5 (D6 相当)を用い, 格子筋間隔 50mm, 75mm および 100mm とした. 試験体を表-1, 材料特性値を表-2 にそれぞれ示す. 作製方法は, まず既設コンクリートを作製しコンクリート表面をブラスト処理した. ブラスト材にはアルミナを使用し, 投射密度は 30N/mm²とした. その後, グリッドを既設コンクリート表面に接触配置した. H-1, 4, 6 はグリッドの縦筋 1 本, H-2, 3, 5, 7 はグリッドが縦筋を有することによる横筋の拘束効果確認のためグリッドの縦筋 3 本とし, それぞれ 4 または 5 格点定着させた. プライマー塗布後に PCM をかぶりが 10mm となるように増厚した. なお, 本研究では既設コンクリートとグリッドおよび PCM との付着機構を検討するため, グリッドの設置には固定用のアンカーを設置しなかった.

試験方法は 1000kN 万能試験機を用い, 試験機固定側のグリッドは, 鋼管スリーブに膨張定着させた. 載荷は終局まで単調載荷とし, 一様な速度で加えた. ま

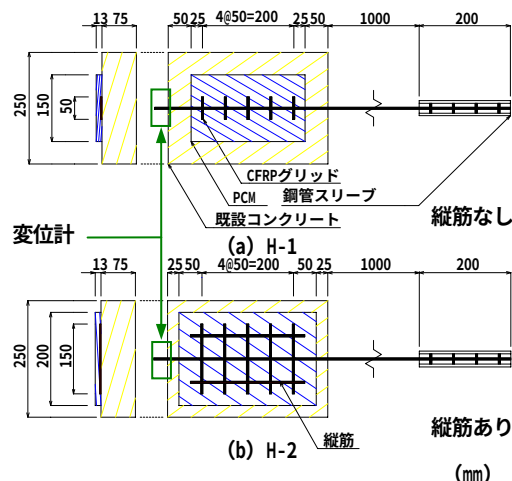


図-1 試験体概略図

表-1 試験体

タイプ	グリッド			PCM
	格点数	筋間隔(mm)	縦筋	
H-1	5	50	無	高強度
H-2			有	
H-3			有	低弾性
H-4	4	75	無	高強度
H-5			有	
H-6		100	無	
H-7			有	

表-2 材料特性値

規格	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 ($\times 10^4$ N/mm ²)
グリッド CR-5	-	1400	10.0
PCM 高強度	58.7	-	3.02
PCM 低弾性	30.1	-	1.55
コンクリート	44.0	-	3.20

表-3 試験結果一覧

タイプ	最大荷重 (kN)	最大ひずみ $\times 10^4$ (μ)	弾性係数 ($\times 10^4$ N/mm ²)
H-1	18.3	1.37	10.1
H-2	21.9	1.62	10.2
H-3	18.0	1.17	11.3
H-4	20.8	1.57	10.1
H-5	19.1	1.45	10.0
H-6	15.6	1.43	10.2
H-7	17.0	1.20	10.6

※試験値は全て平均値であり, 引抜け破壊に至った試験体は除外した.

た偏心載荷にならないように試験体の反対側に同じ大きさの抱き合わせコンクリートブロックを取り付け, 緩衝ゴムを設置することにより試験体とコンクリートブロックとの接触を防いだ(写真-1). グリッドの自由端側の端面は平滑な面に仕上げ, グリッドの引抜け量を計測するため変位計を設置した(図-1).

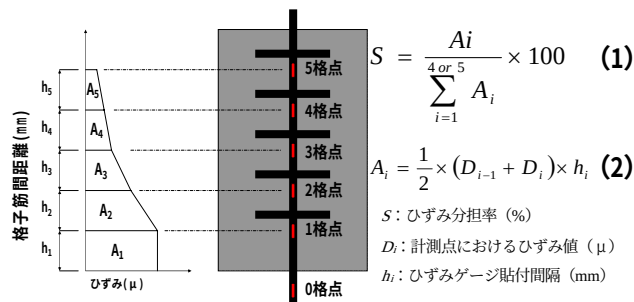
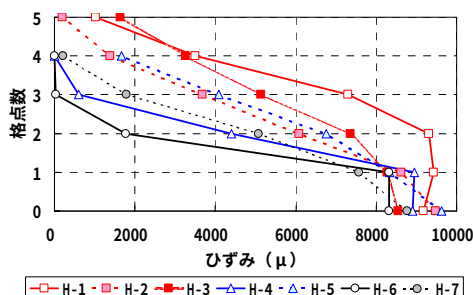


写真-1 設置状況

図-2 格点数-ひずみ関係 (P=12.0kN)

図-3 ひずみ分担率算出の概略

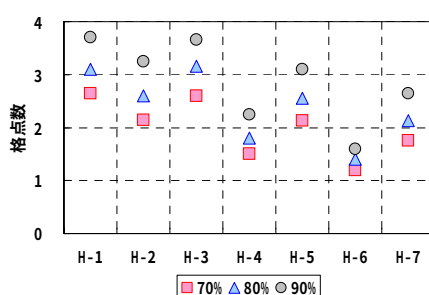
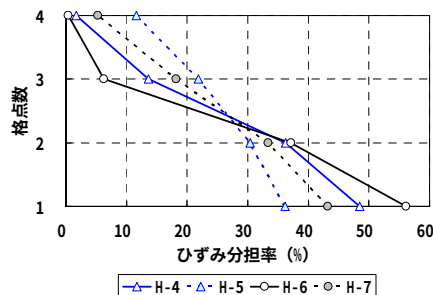
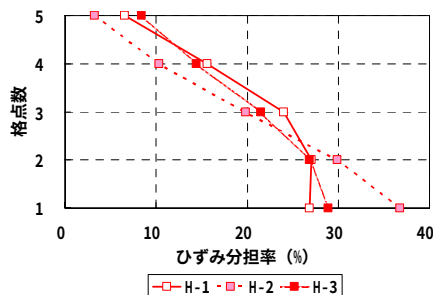


図-4 ひずみ分担率 (P=12.0kN)

図-5 各ひずみ分担率の必要格点数

3. 試験結果および考察

表-3 に試験結果, 図-2 にグリッド終局応力状態である各タイプの P=12.0kN (グリッド破断荷重の 2/3) での格点数-ひずみ関係を示す. 図より全タイプで 1 格点目, 2 格点目と順番にひずみ値が減少した. 破壊形態は, 引抜け破壊に至った試験体を除き, 全てグリッドの母材破断を呈した. ここで, 引抜け破壊は, グリッドが許容応力状態となる P=6.0kN (グリッド破断荷重の 1/3) 付近から引抜けが急増して終局となった場合を定義した. 次に, 全体のひずみ値から各格点部が負担しているひずみ値を除いた割合をひずみ分担率と定義した. 図-3 にひずみ分担率算出の概略, 式(1), (2) に算出方法をそれぞれ示す. 図-4 に前式より算出した P=12.0kN での各タイプのひずみ分担率, 図-5 に各ひずみ分担率の必要格点数を示す.

図-2 より H-1~3 で縦筋無しの場合は 1, 2 格点目のひずみ差が 0 となっており, 1, 2 格点部のグリッド表面と PCM 間で付着切れが生じている. 一方, 縦筋有りの場合は, 横筋の両端が拘束されているため, 縦筋が無い両端自由の場合と比較し, グリッド縦筋の変形量が小さく, 付着切れが発生しにくくなり, グリッド全体で引張力に抵抗したと考えられる. 図-4 より H-5, 7 のひずみ分担率は H-4, 6 と比較し, 縦筋を有することで 1 格点目のひずみ分担率が 10%程度向上し, 1~2 格点のひずみ分担率の差異が小さくなった.

また, 同図より全タイプの 1 格点目のひずみ分担率は, 筋間隔が大きくなるにつれて増加した. これは,

図-2 より筋間隔が大きくなるにつれて 2 格点目のひずみ値が減少しているためである. 一方, PCM 種類でひずみ分担率の差異は確認できなかった.

図-5 より, 一例としてひずみ分担率の総和が 80% 時の必要格点数に着目すると H-1, 2, 3 および 5 で 3 格点, H-4, 6, 7 で 2 格点となった. これより縦筋の有無が次格点への応力伝達機構に影響することと筋間隔によってグリッドの表面付着力の影響が変化することが考えられる.

4. まとめ

本研究で得られた知見は以下の通りである.

- 1) 全タイプで 1 格点目, 2 格点目と順番にひずみ値が減少した.
- 2) 筋間隔の大きい試験体は縦筋を有することで 1 格点目のひずみ分担率が 10%程度向上し, 1~2 格点のひずみ分担率の差異が小さくなり, 応力伝達機構に影響した.
- 3) 筋間隔が大きくなるにつれてグリッドの表面付着力の影響が変化し, ひずみ分担率が増加した.
- 4) 一例としてひずみ分担率の総和が 80% 時の必要格点数に着目すると H-1, 2, 3 (筋間隔 50mm) および 5 (筋間隔 75mm 縦筋有り) で 3 格点, H-4 (筋間隔 75mm 縦筋無し) および 6, 7 (筋間隔 100mm) で 2 格点となった.

参考文献

- 1) FRP 格子筋技術資料, FRP グリッド工法研究会, 2001.11