

CFRP グリッドを用いた PCM 吹付け工法による補強部界面の付着特性

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) インフラネット 正会員 渡邊 弘史 (株) さとうベネック 正会員 中村 智
 日鉄コンポジット(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, PCM 吹付けによる増厚のため施工速度に優れ, 従来の工法に比べ吹付厚を薄くでき, 既設構造物に与える影響が少ないといった特徴を持つ。

既往の研究²⁾によれば PCM ブロック中にグリッドを埋め込んだ試験体でのグリッドの必要定着長は 2 格点であるという結論が得られている。ただし, コンクリート, グリッドおよび PCM の付着機構については未検討という課題があった。

そこで本研究では, グリッドを既設コンクリートに接触配置し PCM 増厚した試験体により実構造物を模擬し, 格子筋間隔をパラメータとして, 既設コンクリート, グリッドおよび PCM の付着機構, およびグリッドの応力伝達機構を検討した。

2. 試験概要

試験体概要を図-1 に示す。試験体は 3 種類(各 3 体)とし, 増厚材には高強度型 PCM を使用した。またグリッドは汎用性の高い CR-5 を用い, 格子筋間隔 50mm, 75mm および 100mm とした。試験体種類を表-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で処理した。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, グリッドをコンクリート表面に接触配置した。グリッドの縦筋は 1 本のみを切り出し, 4 または 5 格子点を定着することとし, 横筋長さは格子筋間隔と同一とした。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, 衝撃を与えないよう, 一様な速度で加えた。ま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コンクリートブロックを抱き合わせ, 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)。

また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。

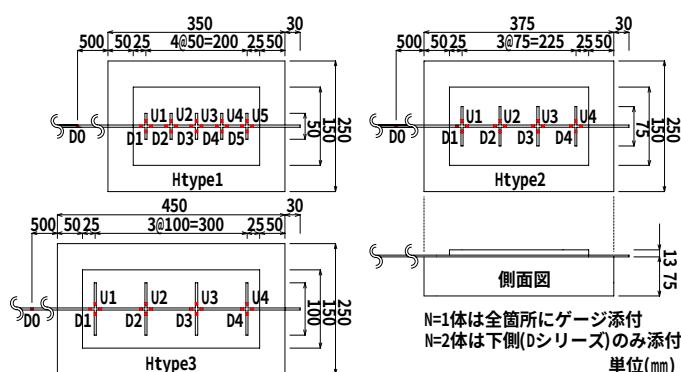


図-1. 試験体概要

表-1. 試験体種類

Htype	1	2	3
PCM	高強度型		
格点数	5	4	4

表-2. 材料特性値

種類	グリッド	PCM	コンクリート
	CR-5	高強度型	普通
圧縮強度(N/mm ²)	-	69.6	44.0
引張強度(N/mm ²)	1400	-	-
弾性係数(N/mm ²)	1.0×10 ⁵	2.7×10 ⁴	3.2×10 ⁴

表-3. 試験結果

Htype		最大荷重(kN)		最大ひずみ(μ)	破壊形式
		設計値(kN)	実験値(kN)		
1	1	18.5	14.0	9921	引抜け+破断
	2		17.2	12422	破断
	3		-	-	計測不良
2	1	18.5	10.2	7421	引抜け
	2		19.6	14698	破断
	3		21.9	16608	引抜け+破断
3	1	18.5	16.3	12018	破断
	2		11.6	11184	破断
	3		14.9	13539	破断

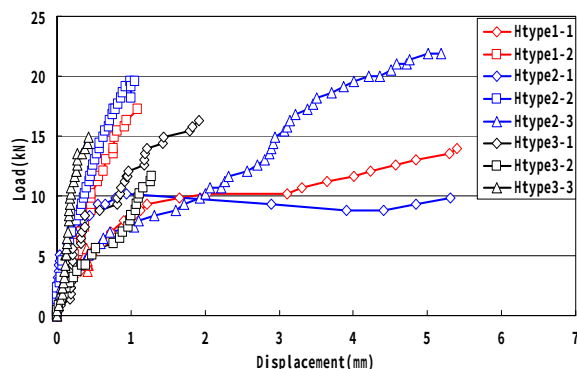


図-2. 荷重－変位関係(全種類)

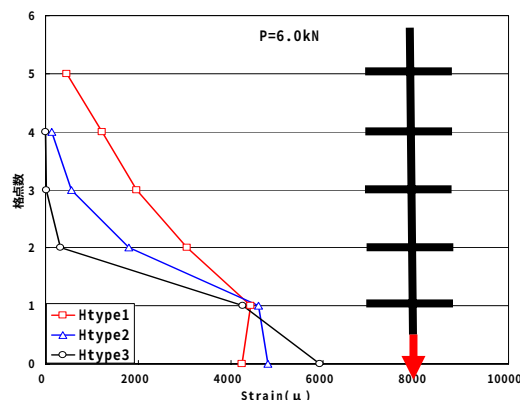


図-3. 格点数－ひずみ関係(各タイプ平均)

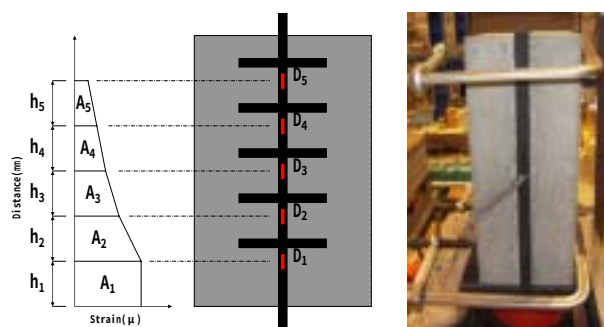


図-4. 分担率算出概略図

写真-1. 設置状況

$$\text{分担率} = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^{4 \text{ or } 5} A_i} \times 100 \quad (\text{式-1})$$

ここに,

$$A_i = \frac{1}{2} \times (D_{i-1} + D_i) \times h_i$$

D_i : 計測点におけるひずみ値(μ)
 h_i : ひずみゲージ添付間隔(mm)

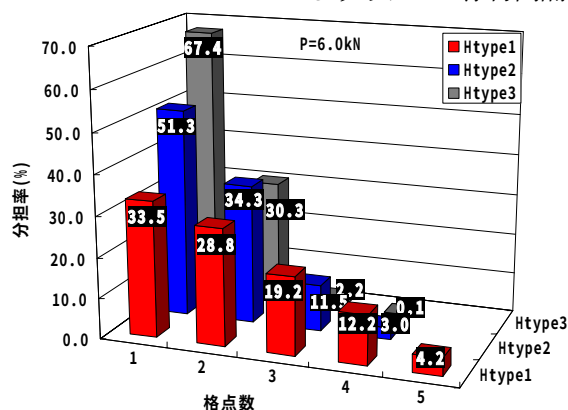


図-5. ひずみエネルギー分担率 (各タイプ平均)

3. 試験結果および考察

表-3 に試験結果を、図-2 に荷重－変位関係をそれぞれ示す。図より Htype1-1, 2-1 および 2-3 のようにグリッドが許容応力状態となる $P=6.0\text{kN}$ 付近から変位が急増して終局となった試験体を「引抜け」と定義し、その他の試験体については「破断」と定義した。

図-3 に各タイプの $P=6.0\text{kN}$ での格点数－ひずみ関係を示す。図より全てのタイプで 1 格点目、2 格点目と順番にひずみ値が減少した。

次に、全体のひずみ値から各格点部が負担している

ひずみ値を除した割合をひずみエネルギー分担率と定義した。図-4 に分担率算出概略図を式-1 に算出方法をそれぞれ示す。

図-5 に $P=6.0\text{kN}$ での各タイプのひずみエネルギー分担率を示す。図より Htype1～3 の 1 格点目の分担率は、33.5%、51.3% および 67.4% とグリッド間隔が大きくなるに従って大きくなった。また、分担率の総和が 80% 以上となる格点を有効定着長と定義すると、格子筋間隔 50mm で 3 格点、75mm および 100mm で 2 格点であった。これは格子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ためであると考えられる。

以上より、格子筋間隔によって有効定着長が変化する可能性があることが判明した。なお、既往の研究で用いられたグリッドは格子筋間隔 75mm であり、今回の試験結果と一致する。

4. まとめ

本研究では、実構造物を模擬した試験体により格子筋間隔をパラメータとして、既設コンクリート、グリッドおよび PCM の付着機構およびグリッドの応力伝達機構を検討した。その結果、全てのタイプで 1 格点目、2 格点目と順番にひずみ値が減少し、Htype1～3 でそれぞれ 1 格点目の分担率は、33.5%、51.3%、67.4% とグリッド間隔が大きくなるに従い大きくなった。また、分担率の総和が 80% 以上となる格点部までを有効定着長と定義した場合、格子筋間隔 50mm で 3 格点、75mm および 100mm で 2 格点であると考えられる。

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
- 2) 渡邊弘史, 日野伸一, 山口浩平, Amiruddin Arwin : 2 層接触配置された CFRP グリッドの付着強度に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.2, pp.1411-1416, 2009.7