

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

アイテク(株) 正会員 ○渡邊 弘史

九州大学大学院 フェロー会員 日野 伸一

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

1. はじめに

近年、CFRP グリッド(以下、グリッド、写真-1)を配置し、特殊ポリマーセメントモルタル(以下、PCM)を吹付けて一体化する増厚工法が、ボックスカルバートの曲げ補強等に広く用いられている。グリッドは筋 1 本当りの断面積により、CR-4 から CR-16 まであり補強量に応じて適したものを選定することができる。しかし、CR-10 以上の断面積の大きいグリッドは剛性が高く、下水道や水路ボックス等、搬入口が狭隘である場合、平板形状のグリッドを搬入口に合わせて搬入することが困難な場合がある。そこで、比較的搬入の容易な CR-10 より筋番の低いグリッドを 2 層接触配置することで、筋番の高いグリッド 1 層と同程度の補強効果を得ることが可能であるか検討する必要がある。また、グリッド配置の際には継手部を設けることが多いため、継手部の必要定着長について確認をする必要がある。

著者らは、これまでにグリッドを 1 層配置した場合の必要定着長は 2 格点という結果¹⁾を得ており、本試験では CR-10 より剛性の小さいグリッドを 2 層接触配置した場合の必要定着長についてグリッドの層数、格点数および PCM の種類との関係から明らかにするために付着強度試験を実施した。

2. 試験概要

コンクリート標準示方書²⁾の「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法」に準じて、付着強度試験を実施した。表-1 に供試体の種類、表-2 に材料特性値をそれぞれ示す。供試体はグリッドの層数、格点数および PCM の種類をパラメータとした 8 種類(各 3 体)である。材料特性値については、グリッドはメーカー試験値、PCM は試験時の材料試験値とした。

供試体の形状を図-1 に示す。PCM ブロックは一辺の長さを 120mm とし、グリッドの縦筋 1 本を埋め込んだ。設計上、グリッドは表面付着力がないものとし、縦横に交差する部分で機械的に付着力を確保するため、横筋の格子間隔

は 75mm とし、横筋長さは格子間隔に合わせて全長 75mm として PCM ブロックと定着した。また、PCM ブロックの補強筋として、SD295A D6 のスパイラル筋を設置した。ブロックからのグリッドの突出量は、全供試体ともに自由端側を 30mm とし、端面をグリッド軸に垂直に平滑な面に仕上げ、グリッドのすべり量を計測するため変位計を設置した。母材部分は試験機の形状に合わせて 1200mm とした。

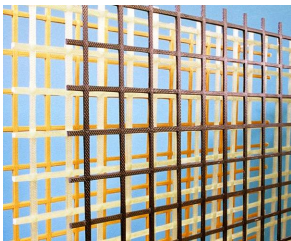


写真-1 CFRP グリッド

表-1 供試体種類

Type	グリッド		PCM種類
	層数	格点数	
1	1	2	高強度
2		2	低弾性
3		2	高強度
4	2	2	低弾性
5		4	高強度
6		4	低弾性
7		6	高強度
8		6	低弾性

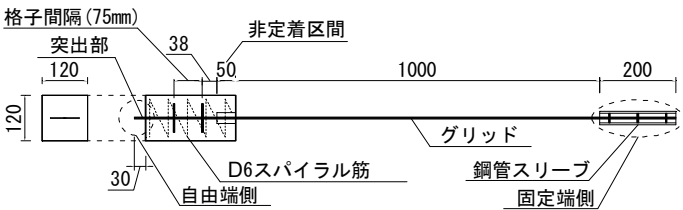
表-2 材料特性値

(a) グリッド

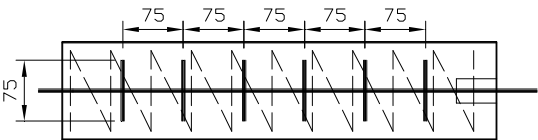
規格	断面積 (mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	最大ひずみ (μ)
CMR-5	13.2	1778	2.12 × 10 ⁵	7272

(b) PCM ※14日強度

規格	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
高強度	57.0	2.70 × 10 ⁴
低弾性	26.3	1.40 × 10 ⁴



(a) 概略図



(b) 格点部詳細図(6格点)

図-1 供試体形状

キーワード CFRP グリッド, ポリマーセメントモルタル, 2 層接触配置, 付着強度, 必要定着長

連絡先 〒870-0942 大分県大分市羽田 193 番地 1 アイテク(株) 技術部 TEL 097-567-4545

3. 試験結果

(1) 破壊性状

表-3 に試験結果、図-2 に荷重－変位関係の代表例を示す。結果は、2 格点で低弾性である Type4 を除けば全て PCM ブロックに埋め込まれていないグリッド直線部での母材破断となった。本試験では、破壊性状を 2 つに分類しており、図-2 の Type4 のように終局荷重付近で変位(PCM ブロック突出部のすべり量)が急増している挙動を示した供試体を「引抜による破壊」と定義し、その他の供試体のように、グリッドの変位が急増することなくグリッドが母材破断した供試体を「破断による破壊」と定義した。なお、格点数が 4 格点である Type5 および Type6 において全ての供試体が「破断による破壊」の性状を示したため、格点数が 6 格点である Type7 および Type8 では変位の計測を省略した。

グリッドが 1 層の場合は PCM の種類に関わらず、2 格点の定着長があれば母材の引張強度以上の付着強度が得られることがわかった。グリッドを 2 層接触配置させたときの必要定着長は、高強度型 PCM の場合で 2 格点、低弾性型 PCM の場合で 4 格点確保が妥当であることがわかった。ただし、低弾性型 PCM 4 格点(Type4)の最大荷重平均値は 45.6kN であり、母材が破断した他のタイプと差はほとんどない結果であった。Type4－No.3 は引抜けと破断が同時に起こったことからわかるように、母材が破断する荷重レベルまでほぼ達していたが、PCM の圧縮強度の差異(高強度型：

57.0N/mm²、低弾性型：26.3N/mm²)により低弾性型 PCM の付着強度が小さくなり、引抜けがやや先行したものと推察される。

(2) 設計値との比較

図-3 に各供試体の最大荷重、最大ひずみおよび弾性係数について、設計値(表-2(a)の緒値)との比較を示す。同図より、試験値と設計値との比は最大荷重で 0.93～1.12，最大ひずみで 1.03～1.17，弾性係数で 0.87～0.99 であり、精度良く一致している。

4. まとめ

本研究では、グリッドを 2 層接触配置させた場合の必要定着長について確認を実施した。その結果、CFRP グリッドの必要定着長は、グリッドと 1 層配置した場合は PCM の種類によらず 2 格点以上であり、2 層接触配置した場合は高強度型 PCM で 2 格点以上、低弾性型 PCM で 4 格点以上とするのが妥当であることがわかった。

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
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書[基準編]，pp.435-438，1999.11

表-3 試験結果

Type		最大荷重 (kN)	最大荷重 平均 (kN)	最大 ひずみ (μ)	弾性 係数 (N/mm ²)	破壊 性状
1	1	20.7	20.7	8034	1.84 × 10 ⁵	破断
	2	17.6		—	—	破断
	3	23.7		—	—	破断
2	1	23.2	21.6	8231	2.07 × 10 ⁵	破断
	2	19.9		—	—	破断
	3	※ 計測不良				
3	1	43.6	44.0	7672	2.04 × 10 ⁵	破断
	2	44.1		—	—	破断
	3	44.2		—	—	破断
4	1	44.7	45.6	8336	2.10 × 10 ⁵	引抜け
	2	47.8		—	—	引抜け
	3	44.4		—	—	引抜け+破断
5	1	42.5	40.7	8034	1.98 × 10 ⁵	破断
	2	38.9		—	—	破断
	3	※ 計測不良				
6	1	45.7	44.1	8524	1.93 × 10 ⁵	破断
	2	39.5		—	—	破断
	3	47.1		—	—	破断
7	1	43.2	38.3	7521	2.02 × 10 ⁵	破断
	2	32.6		—	—	破断
	3	39.2		—	—	破断
8	1	36.2	37.7	7523	1.85 × 10 ⁵	破断
	2	42.9		—	—	破断
	3	33.9		—	—	破断

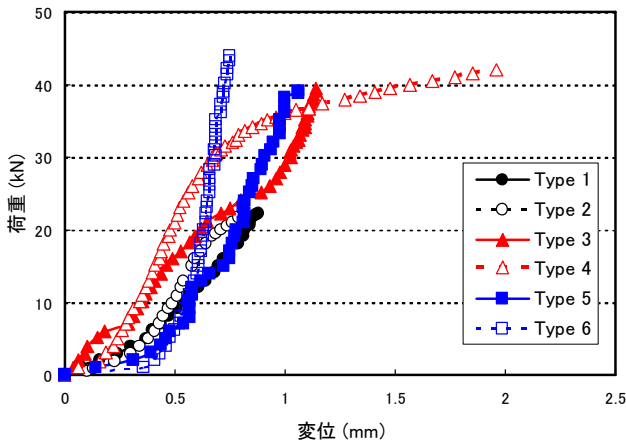


図-2 荷重－変位関係(代表値)

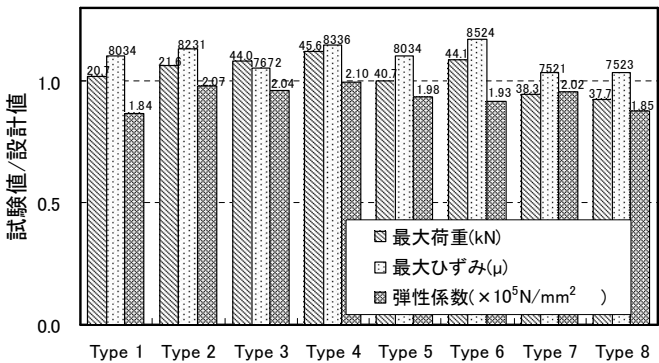


図-3 試験値および設計値の比較