

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 本当たりの断面積により、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曲げて搬入することが困難な場合がある。

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 格点であるという結果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をグリッドの層数、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 に各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 ブロックは一边の長さを 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。Type1~Type4 は 2 格点、Type5 および Type6 は 4 格点、Type7 および Type8 は 6 格点の定着長をそれぞれ設けた。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。

鋼管スリーブ側は試験機の形状に合わせて 1200mm とし、連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針(案)³⁾の「定着用膨張材を用いた引張試験方法」に準じて、試験機に固定するために固定端側に鋼管スリーブを取付け、膨張材を用いてグリッドと鋼管スリーブを定着させた。

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 Type 4 を除けば全て PCM ブロックに埋め込まれていないグ

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	低弾性
5	2	4	高強度
6		4	低弾性
7		6	高強度
8		6	低弾性

写真-1 CFRP グリッド

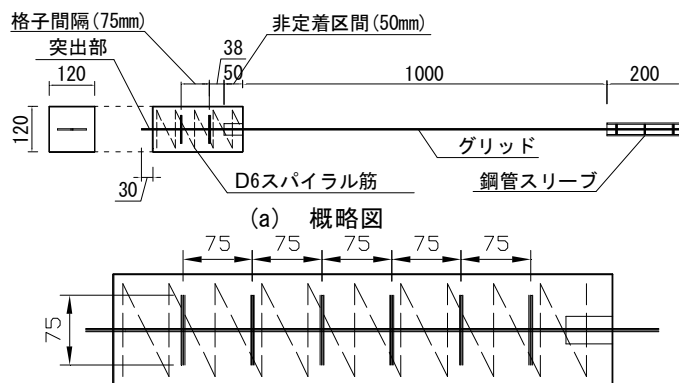
表-2 各材料特性値

(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



(b) 格点部詳細図(6 格点)

図-1 供試体形状

リッド直線部の母材破断となった。本試験では、図-2のType4は荷重33kNあたりから変位(PCMブロック突出部のすべり量)が急増している。これはPCMブロックからの引抜けによるもので、これを「引抜けによる破壊」と定義した。また、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ものは、「破断による破壊」と定義した。なお、4格点であるType5およびType6の全ての供試体が母材破断であったため、6格点のType7およびType8では変位の計測を省略した。

試験結果より、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。グリッドが2層の場合の必要定着長は、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PCM4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はほぼ達していたが、PCMの圧縮強度の差異(高強度型: 57.0N/mm^2 、低弾性型: 26.3kN/mm^2)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

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

弾性係数について、設計値(表-2(a)の諸値)との比較を示す。2層配置されたタイプの最大荷重は、6格点のType7、8はやや小さかったものの、1層配置されたタイプのその2倍以上であり、試験値と設計値の比は0.93~1.12とn=3のばらつきの範囲内に収まる結果であった。最大ひずみの試験値と設計値の比は1.03~1.17、弾性係数のそれは0.87~0.99となり、これらからも母材が破断したことが明らかとなった。

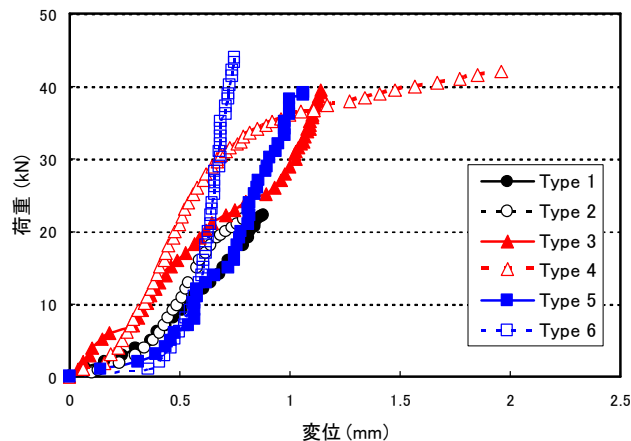


図-2 荷重-変位関係

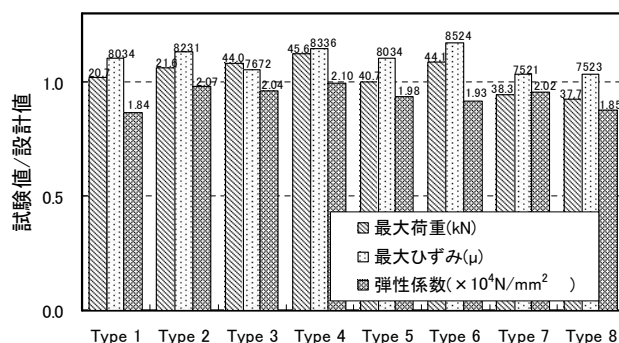


図-3 試験値および設計値の比較

4. まとめ

本研究では、グリッドを2層接触配置した場合の付着強度について確認を実施した。グリッドを2層配置した場合の必要付着長は、グリッドが1層の場合はPCMの種類によらず2格点以上であり、2層の場合は高強度型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
- 3) 土木学会：連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針(案)、pp.337-340、1996.9