

GRC 打込み型枠に関する研究 (5) 部材構造試験

正会員 ○ 村上 聖^{*1}

同 平居孝之^{*2} 同 岸谷孝一^{*3} 同 前田孝一^{*4}
同 三井宜之^{*5} 同 武田浩二^{*6}

1. はじめに

RC 施工の省力化に、打込み型枠工法の実用化が進められている。ここで、打込み型枠とは、型枠材を躯体の一部として断面設計に考慮されることを意図して用いられている用語である。従って、打込み型枠に要求される性能は、型枠材を構造用寸法に含めたときに、在来の RC 部材と同等以上の耐力を有すること、耐久性・耐火性の面から設計荷重レベルまで型枠材とコンクリートが剥離せず、十分な一体性を保つことである。そこで、本研究では、高強度の GRC を打込み型枠として用いた RC はりの曲げ載荷試験を行い、上記の構造的観点について実験的検討を行った。

2. 実験方法

GRC の使用材料及び調合を表-1 に示す。繊維は外割質量で 3% を混入し、GRC の混練には、容量 30l のオムニキサーを使用した。なお、GRC のフロー値及び空気量は、153mm 及び 6.5% である。後打ちコンクリートには、表-2 に示す仕様のレディーミクストコンクリートを使用した。呼び強度が 21 の普通コンクリートで、スランブ及び空気量の測定値は、18.7cm 及び 4.3% である。また、鉄筋には、主筋に SD295A, D22、あばら筋に SD295A, D10 を用いた。

GRC 打込み型枠の形状寸法は、外形が幅 250mm × 高さ 400mm × 長さ 4800mm の U 字形とし、コンクリートとの付着性能を高めるために、次の 2 種類の断面形状のものを 1 体ずつ作製した。一つは、図-1 に示すように、型枠内面にエアーキャップにより、円形の凹凸を設けた一体成形 U 字形断面で、もう一つは、図-2 に示すように、型枠内面に凹凸に型押しした亜鉛ビキ亀甲金網を半分埋め込んだ GRC 平板を U 字形に組み立てたものである。以上の GRC 型枠は、GRC 打設後、材令 21 日まで現場シート養生を行った。

外形寸法が幅 250mm × 高さ 400mm × 長さ 4,800mm で、上記 2 種類の GRC 型枠を用いた RC はりと、比較のために合板型枠による RC はりを 1 体ずつ作製した。RC はりの配筋は、図-3 に示すように、圧縮鉄筋：2-D22、引張鉄筋：2-D22、あばら筋：□D10@200mm とした。以上の RC はりは、材令 21 日まで現場シート養生を行い、その後試験時まで気中養生とした。RC はりの載荷形式は 4 点曲げで、スパン長さは 4,000mm、中央の載荷点間隔は 800mm と

表-1 GRC の使用材料及び調合

使用材料		質量比
セメント	普通ポルトランドセメント	100
骨材	けい砂 5 号	90
混和剤	シリカフューム	10
混和剤	高性能減水剤	3.5
繊維	耐 7 助り性ガラス、繊維長 25mm	7
混練水	上水道水	30

表-2 レディーミクストコンクリートの仕様

コンクリート種類	呼び強度	スランブ	粗骨材の最大寸法	セメントの種類
普通	21	15	20	N

表-3 剥離診断器の仕様

適用条件：	タイル	大きさ 50mm 角以上、厚さ 30mm 以内		
モルタル	こて仕上げ、弾性塗装の無い壁面			
下地	RC 構造			
検出深度	40mm 以内			
診断目安	3 色ランプ (LED) 表示			
	表示色	青	黄	赤
	接着強度 (kgf/cm ²)	4 以上	1~4	0~1

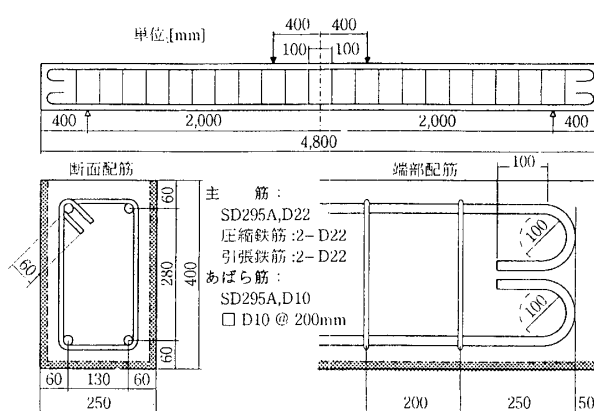
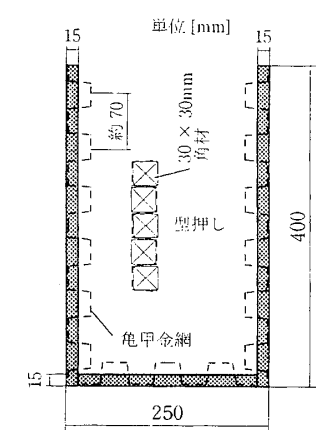
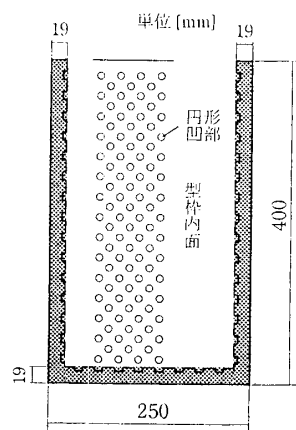


図-1 凹凸内面 GRC 型枠

図-2 金網埋込内面 GRC 型枠

図-3 RC はりの配筋

Study on Casting Formworks using GRC Panels (5) Test of Member Structure

MURAKAMI Kiyoshi, HIRAI Takayuki, KISHITANI Koichi, MAEDA Koichi, MITSUI Yoshiyuki and TAKEDA Koji

し、載荷点でGRC型枠とコンクリートの両面に均等に荷重が加わるようにした。また、載荷方法は、引張鉄筋降伏荷重の約2/3、降伏荷重時点、変位がスパン長の約1/150、1/100に達した時点でそれぞれ除荷・再載荷を繰り返し、最終的に変位がスパン長の約1/50に達した時点で除荷して、試験を打ち切った。その際に、GRC型枠とコンクリートの付着剥離性状をリアルタイムで調べるために、載荷前と上述の除荷ごとに、表-3に示す仕様のタイル用剥離診断器により非破壊調査を行った。なお、非破壊調査結果の妥当性を調べるために、曲げ載荷試験終了後、建研式表面接着強度試験により、GRC型枠の接着強度の測定を行った。

3. 実験結果及び考察

RCはりの終局的破壊は、すべてのはりについて圧縮側コンクリートの圧壊により生じた。ひび割れ性状の特徴として、在来RCはり比べて、GRC型枠によるRCはりの方がひび割れの分散性が小さかった。これは、鉄筋の付着強度に比べて、高強度のGRCを含むかぶりコンクリート全体の引張強度が相対的に大きくなるためと考えられる。図-4に、RCはりの荷重-変位曲線を示す。図より、GRC型枠によるRCはりは、在来RCはりと同様以上の耐力を有し、降伏及び終局荷重については在来RCはりと同差はないが、ひび割れ荷重は約7~8割程度増加しており、高い引張強度をもつGRCの補強効果が見られる。

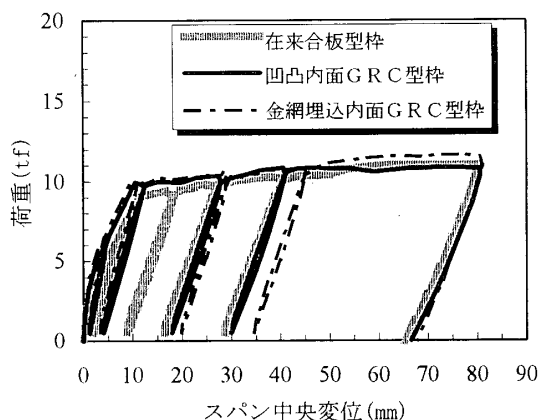


図-4 RCはりの荷重-変位曲線

図-5に、剥離診断器によるGRC型枠の付着剥離状況を示す。図より、降伏荷重時点まで、新たな剥離の拡大はほとんど見られない。一方、終局時点では、凹凸内面GRC型枠の場合、赤色のランプを示す完全剥離部分が純曲げ区間全体に広がっているのに対し、金網埋込内面GRC型枠では、完全剥離部分は引張縁近傍のひび割れ周辺の狭い範囲に集中しているだけで、剥離拡大に対する金網の拘束効果が顕著に見られる。図-6に、剥離診断器により赤、黄、青色のランプを示した領域のそれぞれ3箇所で行われた接着強度試験結果を示す。図より、凹凸内面GRC型枠では、各ランプ色に対する仕様の接着強度の範囲と測定値の間に良い一致が見られる。一方、金網埋込内面GRC型枠の場合、黄色の領域では、すべての測定値が仕様の範囲を超えている。これは、最終的な破壊が金網部分でのコンクリートのコーン状の剥離によるので、剥離診断器で黄色として感知される、型枠とコンクリートの部分的な肌分かれは、それほど接着強度に影響しないためであると思われる。以上より、剥離診断器による剥離状況の判定は、接着強度について、定量的にほぼ妥当な結果を与えるものと考えられる。

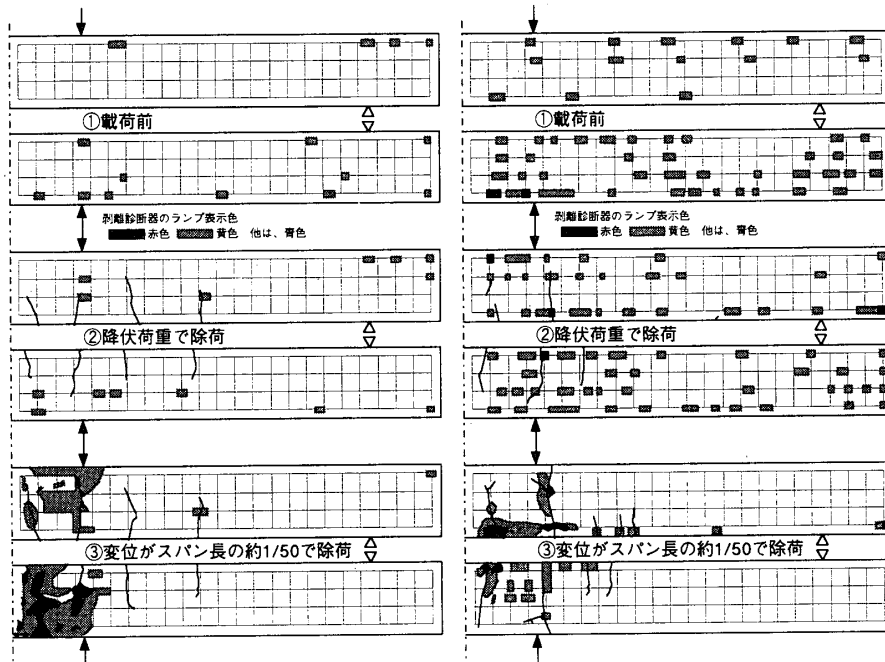


図-5 GRC型枠の付着剥離状況 (左：凹凸内面、右：金網埋込内面)

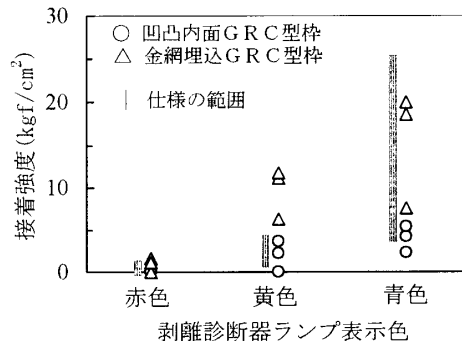


図-6 GRC型枠の接着強度

[謝辞]

本研究に協力をいただいたGRC工業会技術部会(部長:大沼邦由氏)及び熊本大学工学部建築材料・施工研究室の皆様へ感謝の意を表す。

- 1 熊本大学工学部建築学科 助教授・工博
- 2 大分大学工学部共通講座 教授・工博
- 3 日本大学理工学部建築学科 教授・工博
- 4 千葉大学工学部建築学科 助教授・工博
- 5 熊本大学工学部建築学科 教授・工博
- 6 熊本大学大学院博士課程 工修

- Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Kumamoto University, Dr.Eng.
- Prof., Dept. of Inter-departmental study, Faculty of Engineering, Oita University, Dr.Eng.
- Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Science and Engineering, Nihon University, Dr.Eng.
- Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Chiba University, Dr.Eng.
- Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Kumamoto University, Dr.Eng.
- Graduate Student, Kumamoto University, M.Eng.