

GRC 打込み型枠に関する研究

(2) 接合面の応力伝達機構

正会員 ○ 何 仕 榮*1 同 平居孝之*2
同 岸谷孝一*3 同 村上 聖*4
同 前田孝一*5 同 徳富久二*6

1 緒言

GRC 打込み型枠を用いた鉄筋コンクリートを構造部材として利用するにはコンクリートとGRCパネルとの一体性が確保されることが重要であり、打込み型枠に使われたGRCパネルとコンクリートの接合面における応力伝達機構を明らかにする必要がある。

2 試験方法

表1に示すような各種の表面形状をしたGRCパネルとコンクリートとの接合面における応力伝達の状態を調べるために図1に示すような試験体を上下面から圧縮載荷する圧縮剥離試験を用いた。

3 応力伝達機構

3.1 コンプライアンス

接合面における応力伝達機構を解明するのに、荷重の増加に対するコンクリートとGRCパネルの歪度の変化がより端的に表れるコンプライアンスを用いた。コンクリート表面中央部の圧縮歪度 ϵ_c を荷重Pで微分したコンプライアンス λ_c と、GRCパネル表面中央部の圧縮歪度 ϵ_g を荷重Pで微分したコンプライアンス λ_g をそれぞれ次のような式で定義する。

$$\lambda_c = d\epsilon_c / dP \quad (1)$$

$$\lambda_g = d\epsilon_g / dP \quad (2)$$

試験結果から λ_c と λ_g を求めるには、0.5 ton 刻みの荷重増加分 ΔP に対して歪度の増加分 $\Delta \epsilon_c$ と $\Delta \epsilon_g$ を読みとり、つぎの式で近似する方法によった。

$$\lambda_c = \Delta \epsilon_c / \Delta P \quad (3)$$

$$\lambda_g = \Delta \epsilon_g / \Delta P \quad (4)$$

3.2 試験体の挙動とコンプライアンスの関係

図2は各試験体の代表的な λ_c 、 λ_g を示している。図の中で太い線はコンクリート両側の中央部の歪度の平均値で求めた λ_c であり、2本の細い線はそれぞれ両側のGRCパネル中央部の歪度で求めた λ_g である。

圧縮剥離試験において、試験体に生じる現象は次の①~④のようにコンプライアンスに反映されていると考えられる。

①接合面の緊密性 例えば図2の①のように、載荷の初めの段階では荷重が増加しても、 λ_c と λ_g はいずれも全体的に見て変化が小さい。すなわち、コンクリートと

GRCパネルの荷重分担の割合は一定のままであり、接合面にはすべりや剥離が発生していない。従ってこの段

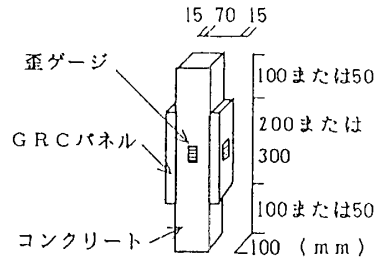
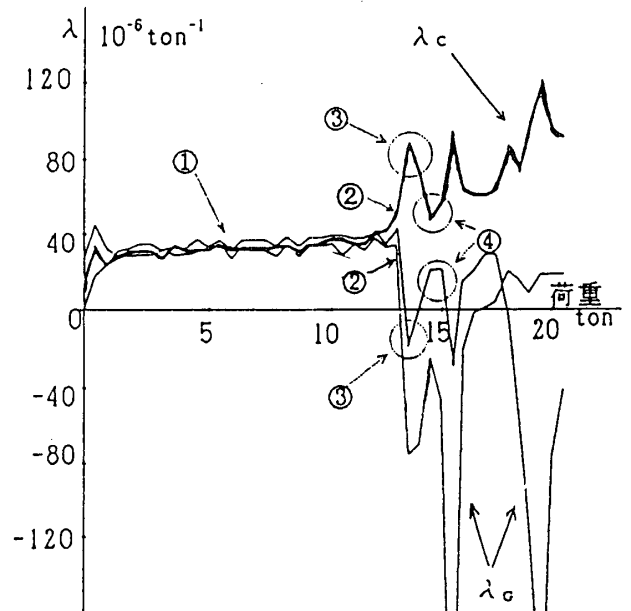


図1 圧縮剥離試験の試験体



GRCパネル表面形状G
図2 荷重—コンプライアンス関係

表1 GRCパネルの状況

記号	長さ	GRCパネルの接合面の表面形状
A	20cm	無処理(平滑な金属型枠面)
B	20cm	2幅×2mm高さのスジ状突起を15mm間隔で1方向に設ける
C	20cm	10φ×2mm高さの円形突起を全面積の20%の部分に設ける
D	20cm	0.4φ×1.6×1.6mmの亀甲金網を30mmピッチで半分埋め込む
E	20cm	2.5~5mmの砂を1.5Kg/m ² 散布し1/3程度埋め込む
F	20cm	10φ×2mmの円形凹み(エアセルによる)を15mm間隔で設ける
G	20cm	高さ5mm厚さ0.6mmのラス金網(NET-600)を半分埋め込む
F'	30cm	10φ×2mmの円形凹み(エアセルによる)を15mm間隔で設ける
G'	30cm	高さ5mm厚さ0.6mmのラス金網(NET-600)を半分埋め込む
X	-	註:試験体の全体がコンクリート

Study on Casting Formworks using GRC Panels
(2) Stress transfer mechanism on joining interface

Shirong HE, Takayuki HIRAI, Koichi KISHITANI, Kiyoshi MURAKAMI, Koichi MAEDA, Hisashi TOKUTOMI

階において λ_G と λ_C の比が1に近いほど、GRCパネルとコンクリートの応力伝達が良好に行われているので、 λ_G と λ_C の比は接合面の緊密性を表していると考えられる。

②接合面のすべり 例えは図2の②のように λ_C と λ_G は最初の平行線から分かれて λ_G は減少し、 λ_C は増加する。荷重の増加に対してGRCパネルの分担している荷重の増加の割合は小さくなり、すべりが生じたものと考えられる。 λ_G が減少し始める時点における荷重をすべり開始荷重 P_s と呼ぶ。

③接合面の剥離 例えは図2の③のように λ_G はマイナスになり、 λ_C は増加する。GRCパネルの分担する荷重は減少しコンクリートの分担する荷重は増加するので、剥離した部分が接合面に生じたものと考えられる。 λ_G が0になる時点の荷重を剥離開始荷重 P_b と呼ぶ。

④接合面の応力伝達回復 例えは図2の④のように、 λ_G はプラスに戻り λ_C は低下する。減少したGRCパネルの分担する荷重が再び増加するので、接合面の凹凸などの作用で、一旦低下した応力伝達能力が回復したのと考えられる。応力伝達回復性は数値で表すのが難しいので、この性質は有るか無いかで定性的に表す。

なお、荷重が約1 ton までの間は λ_C と λ_G が極めて不安定であるが、それは載荷面の微細な凹凸や載荷治具間のおそびが原因であると考えられる。

3.3 各試験体の応力伝達の状態の評価

応力伝達性能を表す4つのパラメーターを、各々のGRCパネルの表面形状について3個の試験体の平均で示すと表2のようである。

全体がコンクリートのXの試験体は、接合面に相当する位置での亀裂などの損傷が見られず、最大荷重まですべりや剥離は発生しない。

無処理Aの表面状態の試験体は、接合面の強度が極めて小さく、圧縮荷重を始める時点で全面が剥離しており、接合性がよい表面状態ではない。

無処理Aと全体がコンクリートのXの試験体を除いた他の試験体に関して、パラメーターに表れた応力伝達の特徴は以下のようである。

1) 接合緊密性

スジ状突起Bや円形突起Cの表面形状は、接合緊密性が比較的小さく、応力の伝達が不十分である。亀甲金網半分埋込みDと珪砂付きEの表面形状は、接合緊密性が0.9付近で比較的有效に応力を伝達できる。エアセル円形凹みGとG'およびラス金網半分埋込みFとF'の表面形状は接合緊密性が1.0近辺であり、応力の伝達が十分に行われている。

2) すべり開始荷重

スジ状突起Bや円形突起Cの表面形状は、比較的小さな荷重ですべりが発生する。これら以外の表面形状は、すべり開始荷重が11.2~16.0 tonであり、比較的大きな荷重まですべりが生じない。

3) 剥離開始荷重

剥離開始荷重は10.3~16.9 tonの範囲にある。すべり開始荷重との差が小さいほど剥離破壊の特徴として脆性に近い。表面形状の種類の中では、スジ状突起Bと円形突起Cが上述の差が大きいので延性破壊の特徴を示す。そのほかの表面形状は上述の差が比較的小さい値であるため、接合面の破壊は脆性の特徴を示す。

4) 応力伝達回復性

いずれもある程度の応力伝達回復性が認められるが、なかでも亀甲金網半分埋込みD、珪砂付きE、ラス金網半分埋込みGの表面形状の試験体において顕著に認められた。

4 まとめ

圧縮剥離試験において試験体に生じる現象を調べるのに、荷重に対する歪度の変化率であるコンプライアンスを用いて検討する方法が有効である。コンプライアンスにより、接合性を高めた表面をもつGRCパネルとコンクリートの接合面の状態は、剥離やすべりがなく完全に接合した状態、接合面にずれは生じるがある程度の応力は伝達できるすべりの状態、応力が全く伝達されない剥離の状態があると分かり、接合性能を評価するには接合緊密性、すべり開始荷重、剥離開始荷重、応力伝達回復性等が有効な指標と考えられる。

謝辞 本研究に協力を頂いたGRC工業会技術部(部会長大沼邦由氏)に感謝の意を表す。

表2 試験体の応力伝達の状態の評価

GRCパネルの表面形状	λ_G / λ_C	P_s ton	P_b ton	応力伝達回復性
A 無処理(型枠面)	0.0	0.0	0.0	X
B スジ状突起	0.47	8.5	11.1	○
C 円形突起	0.59	8.7	10.3	○
D 亀甲金網半分埋込み	0.86	13.4	14.4	◎
E 珪砂付き	0.91	12.8	13.1	◎
F エアセル円形凹み	1.09	11.2	12.3	○
G ラス金網半分埋込み	1.03	14.3	15.4	◎
F' エアセル円形凹み	1.00	16.0	16.9	○
G' ラス金網半分埋込み	1.03	13.7	14.4	○
X 全体コンクリート	1.01	*	*	-

注: ◎は顕著に認められる ○は認められる Xは認められない -は判断できない *は最大荷重21.4 tonまで対応する現象が起きない

*1 大分大学大学院工学研究科 大学院生・工修 Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Oita Univ., M. Eng.
 *2 大分大学工学部共通講座 教授・工博 Prof., Dept. of Inter-departmental study, Faculty of Eng., Oita Univ., Dr. Eng.
 *3 日本大学理工学部建築学科 教授・工博 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Science and Eng., Nihon Univ., Dr. Eng.
 *4 熊本大学工学部建築学科助教授・工博 Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Kumamoto Univ., Dr. Eng.
 *5 千葉大学工学部建築学科助教授・工博 Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Chiba Univ., Dr. Eng.
 *6 鹿児島大学工学部建築学科助教授・工博 Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Kagoshima Univ., Dr. Eng.