

歪追従性による接合面の性能評価

正会員 ○ 何 仕榮*1
同 平居孝之*2
同 福田亮治*3

1. 緒言

同種または異種セメント系材料を接合する方法として接合面に補強材を埋設するか凹凸を設置する等の方法がある。これらの方法は接合面のせん断応力伝達性能を強化するのに効果的であり、これまでの研究では見かけのせん断強度が測定され性能評価の指標として用いられたが、接合面の応力伝達状況と破壊機構を如何に実験的に調べ、評価するか等課題が残っている。本研究では、GRC（耐アルカリガラス繊維補強セメント）パネル表面に各種形状寸法が異なる筋状（または筋状分布）シヤークをつけた場合、コンクリートとGRCパネルのせん断応力伝達性能を検討する。

2. 接合面の接合状態を調べる手法

試験は図1に示すような試験体を用いた。まずプレミックス振動鋳込み法で図2と表1に示すような表面状態のGRCパネルを成形し、20°Cで30日間気中養生した後100×100×400mmの型枠にGRCパネルをセットしコンクリートを打設して試験体を作った。そして24時間後試験体を脱型し60日間20°Cで封緘養生を行った。さらに瞬間接着剤で図1に示す試験体の所定位置に長さ120mmの歪ゲージを張り付け、翌日試験を行った。試験では荷重およびGRCパネル表面とコンクリート表面の歪度をデータロガーに記録し試験体の状況を観察した。試験体の数はそれぞれ3とした。

試験体の圧縮荷重と上下変位の関係を図3に示す。荷重変位関係から試験体が破壊する最大荷重が調べられるが、接合面の状態が調べられない。接合面の接合状態を調べるために次の式で定義されるような歪追従性 η を用いた。

$$\eta = \epsilon_c / \epsilon_c \quad (1)$$

ここで ϵ_c はGRCパネル表面の歪度であり、 ϵ_c はコンクリート表面の歪度である。試験結果より η を求めるのに ϵ_c は両側のGRCパネル表面の歪度をそれぞれ読みとり、 ϵ_c はコンクリート両側の表面の歪度の平均値を用いた。代表的な歪追従性 η の挙動を図4に示す。歪追従性 η の挙動は次のような特徴を示す。

1) 荷重Pが小さいとき歪追従性 η はほぼ一定値である。この段階では接合面に損傷塑性変形等が生じず、接

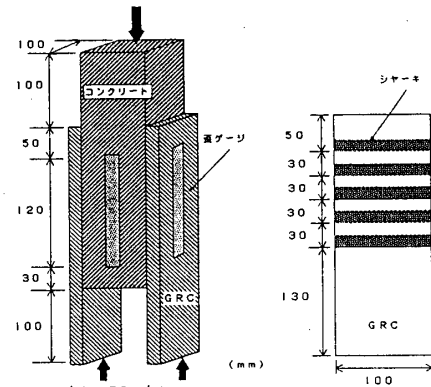


図1 試験体

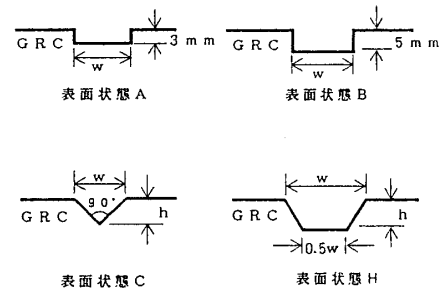


図2 シヤークの断面様式

表1 GRCパネルの表面状態

| 記号 | 寸法w(mm) | 寸法h(mm) | 断面様式 |
|----|----------------------------|---------|------|
| A1 | 5 | 3.0 | 矩形 |
| A2 | 10 | 3.0 | 矩形 |
| A3 | 15 | 3.0 | 矩形 |
| A4 | 20 | 3.0 | 矩形 |
| B1 | 5 | 5.0 | 矩形 |
| B2 | 10 | 5.0 | 矩形 |
| B3 | 15 | 5.0 | 矩形 |
| B4 | 20 | 5.0 | 矩形 |
| C1 | 4 | 2.0 | 三角形 |
| C2 | 7 | 3.5 | 三角形 |
| C3 | 12 | 6.0 | 三角形 |
| H | 20 | 5.0 | 台形 |
| O | φ10×深さ3mmの円形凹みを10mm間隔で1列配置 | | |
| M | 平坦な表面 | | |
| X | 試験体全体がコンクリート | | |

合面ではせん断応力がスムーズに伝達されていると考えられる。このときの応力伝達状態は完全伝達状態にある。

2) 荷重Pがある荷重PSになると、歪追従性 η は突然跳躍という不連続の挙動を示す。これは接合面に損傷が生じたと考えられ、歪追従性 η の跳躍に対応する荷重PSを接合面損傷荷重と呼ぶ。

3) 荷重PがPSを越えた後、歪追従性 η は徐々に大

きくなるがGRCパネルはすぐには剥離しない。接合面には損傷がありながらせん断応力の伝達は依然としてある程度行われていると考えられる。この状態を部分伝達状態と呼ぶ。

4) 荷重Pが最大荷重になる時点で試験体は破壊する。接合面が剥離破壊する時の荷重を剥離荷重Pfと呼ぶ。

3. 破壊の特徴と接合面の性能指標

試験では試験体には次のような破壊モードがみられた。

モードI：まず接合面に損傷が生じ、その後接合面が剥離する。このようなモードは試験体の中で最も多く、A1、A2、A3、B1、B2、C1、C2、等のようなシヤーキが小さい表面状態にみられた。

モードII：まず接合面に損傷が生じるが、剥離せずその後GRCパネルが破壊する。このモードはA4、B3等に見られた。

モードIII：まず接合面に損傷が生じるが、剥離せずその後コンクリートが破壊する。このモードはB4、C3、T等に見られた。

モードIV：接合面に損傷や剥離等が生じず、荷重が最大荷重になる時点で試験体全体が壊れる。このモードはO、X等の試験体にみられた。

歪追従性ηの特徴より求めたPsとPfを表2に示す。

接合面の損傷荷重Psについて、Oの試験体は最大荷重まで損傷が生じず、全体がコンクリートの試験体に近い挙動を示すので接合性の良い表面状態である。表面が平坦なMの試験体はほとんどせん断応力を伝達する能力を持たない。そのほかの表面状態は全体的にみて同じ断面形状のシヤーキにつき、寸法が大きいほど接合面の損傷荷重Psが大きく、大きな荷重まで十分にせん断応力が伝達できる。

剥離荷重Pfについて、同じ断面形状のシヤーキにつき寸法が大きいほど剥離荷重Pfが大きい傾向がある。特にA4、B3、B4、C3、O、T等の表面状態では剥離という挙動が現れなかった。

4. まとめ

表面にシヤーキを付けたGRCパネルとコンクリートの接合面の応力伝達機構と接合性能を調べ、次のようなことが明らかになった。

1) セメント系材料のパネルとコンクリートの接合性能を調べるのに荷重と変位関係ではできず、歪み追従性による方法が有効である。

2) 接合面のせん断応力伝達状態は完全伝達状態と部分伝達状態があり、接合面のせん断性能を評価するのに、試験体の剥離荷重を基準とする方法は過大評価になる可能性がある。損傷荷重を考慮する必要がある。

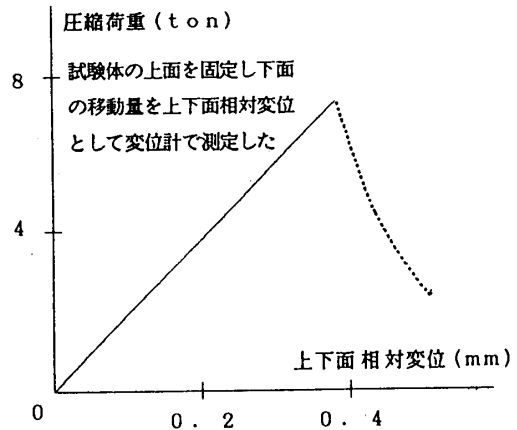


図3 代表的な荷重-変位関係 (A1)

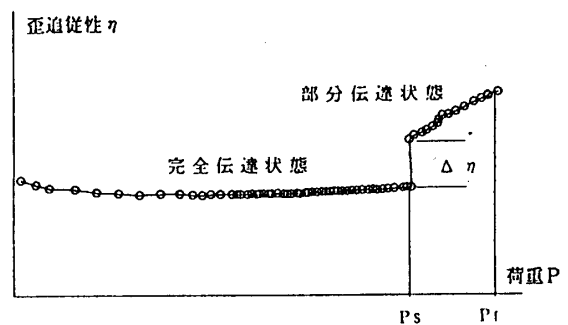


図4 歪追従性の特徴

表2 各表面状態の性能指標

| 記号 | Ps(ton) | Pf(ton) |
|----|---------|---------|
| A1 | 4.80 | 5.63 |
| A2 | 7.20 | 9.47 |
| A3 | 8.27 | 10.43 |
| A4 | 9.03 | 10.73* |
| B1 | 7.20 | 7.83 |
| B2 | 7.43 | 10.23 |
| B3 | 7.80 | 11.93* |
| B4 | 9.87 | 12.33* |
| C1 | 5.67 | 6.10 |
| C2 | 6.60 | 8.85 |
| C3 | 9.06 | 13.57* |
| H | 6.53 | 10.10* |
| O | x | 9.93* |
| M | x | 0.00 |
| X | x | 13.20* |

3) パネル表面にシヤーキを付ける方法はパネルとコンクリートの接合性を改善する有効な方法である。接合性を高める効果は、円形凹みを付けた表面状態が最も良く、その他の表面状態は同類のシヤーキにつき、寸法が大きいほど接合性を高める効果がよい。

参考文献 何仕栄、平居孝之：「表面にシヤーキをつけたガラス繊維補強セメントパネルとコンクリートの接合性に関する研究」、日本建築学会構造系論文集、第497号、1997年7月

*1 大分大学大学院 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 教授・工博 Prof., Dept. of Inter-departmental study, Faculty of Eng., Oita Univ., Dr. Eng.
 *3 大分大学工学部 講師・数理博 Lecturer, Dept. of Inter-departmental study, Faculty of Eng., Oita Univ., Dr. Math.