

AFRPロッドを用いたRC版の耐衝撃性に与える コンクリート強度の影響

三井建設（株） 正会員 篠崎 裕生
三井建設（株） 正会員 三上 浩
室蘭工業大学 正会員 岸 徳光
室蘭工業大学 正会員 松岡 健一

1. はじめに

最近、コンクリート部材の補強材として連続繊維補強材（FRPロッド）を用いる研究が盛んに行われている。著者等は弾性域での伸びが鉄筋と比較して大きくエネルギー吸収性能の良いアラミド繊維を補強筋に用いたRC梁やRCスラブの衝撃応答性状を検討してきた。その結果、RC梁やRCスラブの衝撃応答性状は補強筋の剛性や付着特性に大きく影響されることが明らかになった。本研究では著者等の既往の研究をさらに拡張し、RCスラブの補強筋にFRPロッドを用いた際のコンクリート強度の耐衝撃挙動に与える影響を実験的に検討し、それを在来の補強筋を用いた場合と比較した。

2. 実験の概要

試験体の一覧を表-1に示す。試験体は補強筋4種類、コンクリート強度2種類の合計8体である。補強筋に用いたFRPロッドはアラミド繊維を組紐状に編み上げた後樹脂を含浸硬化させて成形した組紐状AFRPロッドである。補強筋の付着特性が耐衝撃性に与える影響を併せて検討するため、ロッド表面に樹脂が硬化する前に5号珪砂（平均粒径0.3mm）を接着して成形した砂付きロッドと無処理の砂なしロッドの2種類を用いた。補強筋比は従来の衝撃荷重を考慮すべきコンクリート構造物の施工実績及び研究実績の豊富さなどから $p=1\%$ とし、補強筋を5cmピッチで配置した。コンクリートスラブの配筋を図-1に示す。

3. 実験方法

衝撃荷重は直径15cmで重量が100kgfの鋼製の円柱からなる重錘を所定の高さにセットした後、スラブ中央に自由落下させて載荷した。スラブの支持方式は矩形版の4辺を上下から鋼製のローラーではさむ単純支持方式とした。なお重錘の載荷速度（スラブに衝突する直前における重錘の速度）は $V=1\text{m/sec}$ から 1m/sec 刻みとし、 7m/sec 以上は試験装置の制約から最大で 7.5m/sec とした。計測項目及び計測点数は重錘の両側面に取り付けた容量1000Gの歪ゲージ型加速度変換器2点と図-1に示したように補強筋に取り付けた歪ゲージ11点とした。

4. 実験結果

本実験ではスラブの衝撃破壊をスラブ表面に押抜け部が形成され、目視で貫入が確認された状況と定義した。図-2に破壊時の載荷速度とコンクリート強度の関係を

表-1 試験体の一覧

名称	補強筋の種類	コンクリート強度 (kgf/cm^2)
AC-H1	砂なしAFRPロッド RA5	461
AsC-H1	砂付きAFRPロッド RA5S	461
DC-H1	異形鉄筋 D6	461
RC-H1	丸鋼 R6	461
AC-L1	砂なしAFRPロッド RA5	171
AsC-L1	砂付きAFRPロッド RA5S	171
DC-L1	異形鉄筋 D6	171
RC-L1	丸鋼 R6	171

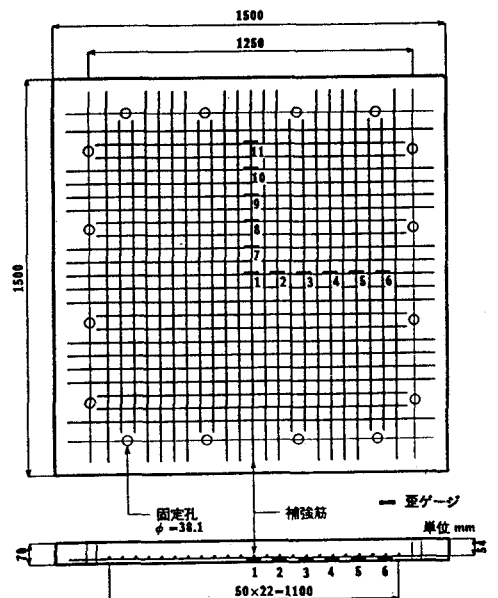


図-1 コンクリートスラブの配筋

示す。図より付着強度の高い補強筋を用いたスラブ(AsC, DC)はコンクリート強度によらずほぼ一定の最大載荷速度を示しているのに対し、付着強度の低い補強筋を用いたスラブ(AC, RC)ではコンクリート強度が増加すると最大載荷速度も増加している。このことから、コンクリート強度がスラブの載荷速度の大きさからみた耐衝撃性に与える影響は、補強筋の剛性よりも補強筋の付着特性に密接に関連していることが判る。

図-3に貫入量とコンクリート強度の関係を示した。()内の数字は載荷速度を示している。*印の貫入量は54mmである。

コンクリート強度によらず、ほぼ一定の最大載荷速度を示す(AsC, DC)は、コンクリート強度

が増加することで押抜け部貫入量は減少している。一方、コンクリート強度の増加にともなって最大載荷速度が増加した(AC, RC)では押抜け部貫入量はほぼ同様かあるいは増加している。このように、コンクリート強度の増加が最大載荷速度を増加させる場合は押抜け部貫入量も大きくなるが、最大載荷速度が変わらない場合は押抜け部貫入量を減少させる。

図-4に最大載荷速度と押抜け部貫入量との関係をコンクリート強度に着目して示した。付着強度が低い補強筋で低コンクリート強度の場合は破壊時の載荷速度が他と比べて小さいにも拘らず押抜け部貫入量が大きくなる。また、低コンクリート強度で付着強度の高い補強筋を用いた場合でも大きな載荷速度まで耐えられるものの破壊時の損傷が大きくなる。以上、図-3、4から破壊時の損傷を小さくしかつ大きな載荷速度まで耐えられるスラブを構築するためには、高強度のコンクリートを用いることが効果的であることが判る。

図-5にスラブ破壊時あるいは破壊直前での載荷速度における補強筋の歪を測点1について、それ以前の載荷速度で発生した残留歪も全て加算してコンクリート強度ごとに比較した。AFRPで補強したスラブの終局歪はコンクリート強度に拘らずほぼ10000 μ 程度であり、最大でも静的荷重状態での終局歪の1/2程度であるのに対し、鉄筋を用いたスラブではコンクリート強度が大きいほど最大歪も大きくなり、またどちらも降伏歪に達していることが判る。鉄筋を用いたスラブでは補強筋の降伏により補強筋がそれ以上の応力を負担できないため、コンクリートの衝撃に抵抗する寄与度が増加し、コンクリート強度の影響が顕著になるものと考えられる。

5. まとめ

破壊時の載荷速度からみた耐衝撃性は、付着強度の低い補強筋を用いた場合は主としてコンクリート強度に支配される。破壊時の損傷を小さくし、かつ大きな載荷速度に耐え得るRCスラブを製作するには、高強度のコンクリートを用いることが最も効果的である。また、補強筋の最大歪に与えるコンクリート強度の影響は、低剛性の補強筋を用いた場合よりも高剛性の補強筋を用いた場合に顕著である。

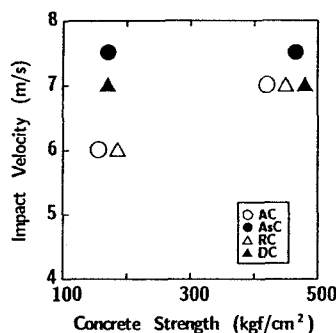


図-2 破壊時の載荷速度とコンクリート強度の関係

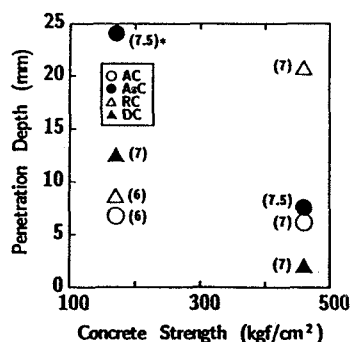


図-3 貫入量とコンクリート強度の関係

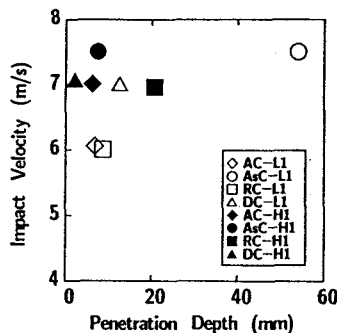


図-4 最大載荷速度と貫入量の関係

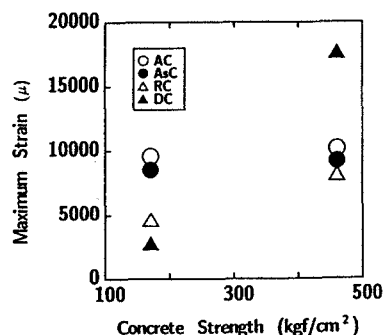


図-5 最大歪とコンクリート強度の関係