

AFRP 2 方向シートおよび AFRP ロッド補強を施した RC 版に関する重錘落下衝撃実験

室蘭工業大学 正員 ○岸 徳光 三井建設(株) フェロー 三上 浩  
 防衛庁第4研究所 正員 安藤 智啓 (独)北海道開発土木研究所 正員 栗橋 祐介  
 (株)KG エンジニアリング 正員 巽 治

1. はじめに

本研究では、RC 版をアラミド繊維 (AFRP) シートおよび AFRP ロッドで補強した場合の耐衝撃性状を検討することを目的に、ロッド本数等を変化させた 4 種類の RC 版を製作し重錘落下衝撃実験を実施した。

2. 実験概要

表-1 には、試験体の補強方法と重錘の衝突速度を示している。本試験体は、無補強 RC 版 (N) と AFRP 2 方向シート (以後、シート) を下面接着させた RC 版 (A) である。後者は、さらに RC 版の載荷点近傍部にせん断補強を施さない RC 版 (-R0) と AFRP ロッド (以後、ロッド) を 4 本および 8 本配筋させて補強した RC 版 (-R4, -R8) から成る。図-1 には、本 RC 版の形状寸法、配筋状況およびシートの接着範囲を示している。ロッドを配筋する A-R4, -R8 試験体の場合には、本重錘の外周より押し抜きせん断面が形成されると仮定し、ロッドを RC 版中心部から半径 85 mm の同心円上に 90° 間隔および 45° 間隔で、それぞれ 4 本および 8 本配置している。なお、本重錘の先端部直径は 60 mm である。

実験は、質量 300 kg の円柱状鋼製重錘を RC 版の中央部に自由落下させることにより実施した。RC 版は一对辺を支点治具上に設置し、支点部での浮き上がりを鋼製の治具を用いて防止した。治具全体はピン支持に近い構造となっている。載荷方法には初速度および増分速度を 1 m/s (終局時近傍では 0.5 m/s) とする繰り返し載荷方法を採用した。測定項目は、重錘衝撃力、合支点反力 (以後、支点反力) および載荷点変位 (以後、変位) であり、実験終了後には主鉄筋方向に版中央部を切断して破壊面を観察している。

3. 実験結果および考察

3.1 重錘衝撃力、支点反力および変位に関する応答波形

図-2 には、各種応答波形を  $V = 3 \sim 4.5$  m/s に着目して示している。なお、変位波形のうち  $V = 4$  m/s の結果は、計測機器に不具合が生じたため図示されていない。図より、 $V = 3$  m/s の場合には、各応答波形において、各 RC 版の分布性状が大略類似していることが分かる。しかしながら、 $V = 4$  m/s の場合には、重錘衝撃力波形は A-R8 試験体を除き、継続時間が 2 ms 程度で振幅の大きい波形成分とその後の継続時間が 25 ms 程度で振幅の小さい波形成分が合成された分布性状を

示している。一方、A-R8 試験体の場合には、高周波成分を含む  $V = 3$  m/s の場合に類似した分布性状を示している。これは、A-R8 試験体の場合には、ロッドを 8 本配筋していることより、ロッドが効率的に衝撃力に抵抗して版の塑性化の進行を抑制しているためと考えられる。これは、支点反力波形における A-R8 試験体の最大応答値のみ

表-1 試験体一覧

試験体名	補強方法		衝突速度 $V$ (m/s)
	シート	ロッド	
N	-	-	1~4
A-R0	1層	-	1~4, 4.5, 5
A-R4	1層	4本	1~4, 4.5, 5
A-R8	1層	8本	1~4, 4.5, 5, 5.5

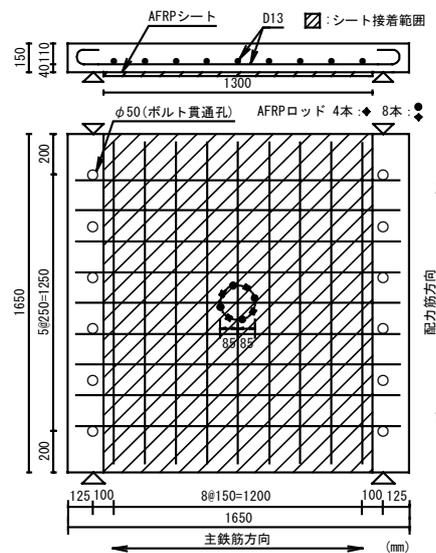


図-1 試験体の概要

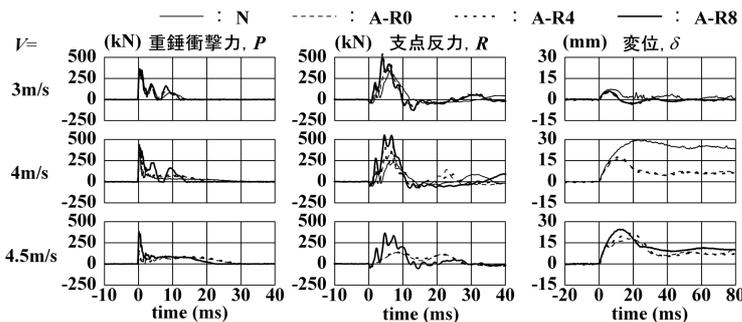


図-2 各種応答波形

キーワード: RC 版, AFRP シート, AFRP ロッド, 耐衝撃性状  
 連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27 番 1 号 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-46-5226 Fax 0143-46-5227

が  $V = 3 \text{ m/s}$  の場合に比べて大きく示されていることに対応している。なお、荷重載荷時の支点反力と変位波形の分布性状は、各 RC 版の場合とも高周波成分の有無を除き大略類似の正弦波状となっている。 $V$  を増大させ  $V = 4.5 \text{ m/s}$  とする場合には、A-R8 試験体においても、重錘衝撃力や支点反力波形の最大値が  $V = 4 \text{ m/s}$  に比べて減少し、かつ変位波形にも大きな残留変位成分が見られる。

### 3.2 支点反力－変位履歴曲線

図－3には、支点反力－変位履歴曲線を  $V = 3 \sim 4.5 \text{ m/s}$  に着目して示している。図より、 $V = 3 \text{ m/s}$  では、いずれの RC 版も、支点反力が変位の増加に伴い線形的に増大し、最大値到達後に同様の剛性で除荷される類似の分布性状を示していることが分かる。 $V = 4 \text{ m/s}$  では、全ての RC 版の分布が三角形状に推移している。これは、RC 版のエネルギー吸収量が増大し、RC 版の塑性化が進行していることを意味している。 $V = 4.5 \text{ m/s}$  とする場合には、A-R8 試験体の分布は三角形状を示している。しかしながら、他の試験体は、 $V = 4 \text{ m/s}$  に比べて初期勾配および最大支点反力が減少し吸収エネルギー量が著しく低減した分布となっている。これは、この衝突速度時に、A-R8 以外の試験体はせん断コーンが形成され、AFRP シートのみが衝撃力に抵抗していることを暗示している。

### 3.3 各種応答値と衝突速度の関係

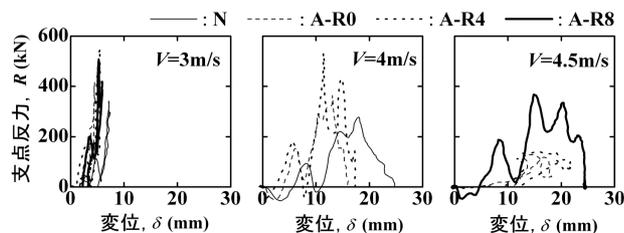
図－4には、最大支点反力および累積重錘貫入量と衝突速度の関係を示している。(a)図より、最大支点反力は衝突速度に拘わらず、N 試験体で最も小さい値となっていることが分かる。これは、シート補強を施した RC 版に比べると衝撃耐力が劣ることを意味している。また、シート補強を施した場合でも、A-R4, -R8 試験体の最大支点反力は A-R0 試験体に比べて大きい。これは、さらにロッドを配筋することにより、衝撃耐力がより向上することを示唆している。ロッドを配筋する場合にも最大支点反力は、 $V = 4 \text{ m/s}$  時の A-R4 試験体では減少に転じているのに対し、A-R8 試験体では僅かに増大している。これは、ロッドの本数も RC 版の耐衝撃性状に影響していることを示唆している。一方、(b)図においても、 $V = 4 \text{ m/s}$  では A-R8 試験体の累積重錘貫入量のみがほぼ零を示しており、この時点でも未だ弾性に近い応答を示していることが伺える。

### 3.4 ひび割れ分布

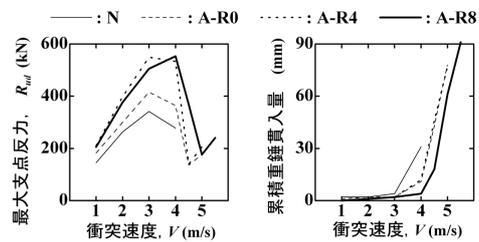
写真－1には、実験終了後の RC 版中央部切断面のひび割れ分布性状を示している。写真より、N 試験体では版上面から約  $45^\circ$  の角度で押し抜きせん断面が形成されていることが分かる。一方、シート補強した試験体では、版の内部より、より緩やかな角度で押し抜きせん断面が形成されている。また、ロッドを配筋することにより、押し抜きせん断面の形成される位置が僅かに下方に推移している。さらに、A-R4, -R8 試験体におけるひび割れ分布性状は最終衝突速度が異なるにも拘わらずほぼ同様であることから、ロッドの本数を増加させることにより RC 版の塑性化の進行が抑制できるものと判断される。

## 4. まとめ

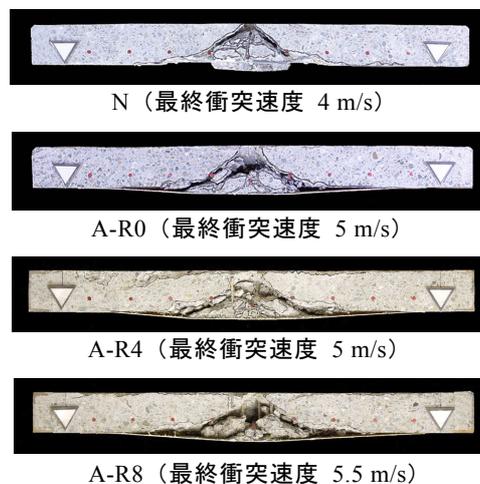
- 1) AFRP シート補強を施すことにより、押し抜きせん断耐力が増大し、RC 版の変位量と重錘貫入量は抑制される。また、押し抜きせん断面の形成される角度は緩やかになる。
- 2) AFRP ロッドを配筋してせん断補強を施した場合には、より押し抜きせん断耐力が増加し、かつ RC 版の耐衝撃性も向上する。また、挿入するロッドの本数が多いほど向上の度合いは大きい。



図－3 支点反力－変位履歴曲線



図－4 各種応答値と衝突速度の関係



写真－1 RC 版中央部切断面のひび割れ分布