

AFRP シート補強を施した実規模 RC 製ロックシェットの重錘落下衝撃実験

土木研究所寒地土木研究所 正会員○山澤文雄 室蘭工業大学 正会員 栗橋祐介

土木研究所寒地土木研究所 正会員 今野久志 三井住友建設(株) フェロー 三上 浩

土木研究所寒地土木研究所 正会員 西 弘明 釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

本研究では、RC 製ロックシェットの耐衝撃補強設計法を確立することを最終目的として、衝撃実験により損傷を与えた実規模 RC 製ロックシェットに AFRP シート補強を施した試験体に対して重錘落下衝撃実験を実施し、その耐衝撃挙動を把握した。

2. 実験概要

実験に使用した試験体は、過年度において塑性領域までの衝撃実験を実施した実規模 RC 製ロックシェット模型である¹⁾。表－1 に過年度の実験ケースおよび本研究で実施した AFRP シート補強後の実験ケースの一覧を示す。図－1 には、試験体の形状寸法および載荷箇所を示している。試験体は、道路軸方向長さが 12m、外幅 9.4m、側壁高さ 6.4m の箱型構造である。柱の道路軸方向長さは 1.5m、部材厚さは、頂版、底盤、柱および側壁共に 0.7m である。実験に使用した RC 製ロックシェット模型の設計は、落石対策便覧を参考として、90 cm 厚の敷砂緩衝材を設置し、設計落石条件を質量 2 t、落下高さ 5 m (入力エネルギー 100 kJ)、衝撃力 P=1,466kN とし、許容応力度法に基づいて行っている。

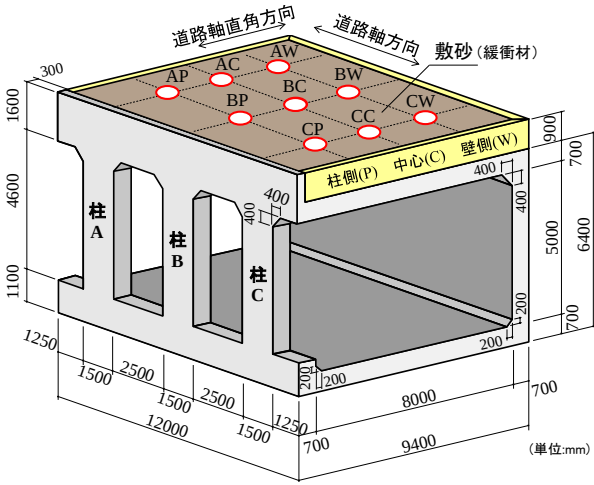
図－2 には、AFRP シート補強前の試験体のひび割れ分布と AFRP シートによる補強範囲を示している。ひび割れ分布性状より AFRP シート補強では、曲げ変形に対する補強効果を期待して、頂版下面は柱 A 側の端部より 8m の範囲で幅 50cm の AFRP シート 1 層を道路軸直角方向に連続的に接着をしている。側壁外縁は縦方向に 1 層、柱部は柱外縁に縦方向に 1 層とその外側に横方向に 1 層を巻き付けている。なお、ひび割れに対する注入は行わず AFRP シートを接着している。使用した AFRP シートは目付量 830g/cm² のものである。

3. 実験方法

衝撃載荷実験は、質量 10t の鋼製重錘をトラックレーンにより所定の高さに吊り上げ、着脱装置により所定の位置に自由落下させることにより行っている。重錘は、直径 1.25m、高さが 95cm で底部より高さ 30cm の範囲が半径 1m の球状となっている。今回比較するケースは、表－1 の灰色に着色した過年度の 1 ケースおよび AFRP

表－1 実験ケース一覧

実験ケース	緩衝材	載荷位置	重錘質量 (t)	落下高 (m)	入力エネルギー (kJ)	載荷点残留変位 (mm)
過年度実験						
S-BC-E20	敷砂	BC	2	1	20	
S-BW-E40～ S-AP-E40	敷砂	BW,BP,B C,AC,AW ,AP	2	2	40	
G-AW/AC-E20	砕石	AW,AC	2	1	20	
G-AP-E40～ G-CW-E40	砕石	AP,AC,B C,BW,BP, CW	2	2	40	
G-CC-E250	砕石	CC	5	5	250	1.2
T-BC-E3,000	三層	BC	10	30	3,000	1.4
T-CC-E3,000	三層	CC	10	30	3,000	0.8
S-AC-E250	敷砂	AC	5	5	250	0.4
S-BC-E1,500	敷砂	BC	10	15	1,500	1.9
G-CC-E1,500	砕石	BC	10	15	1,500	5.1
G-AC-E1,500	砕石	AC	10	15	1,500	9.7
G-CC-E3,000	砕石	CC	10	30	3,000	35.3
AFRPシート補強後実験						
S-BC-E1500-A	敷砂	BC	10	15	1,500	1.0
S-AC-E1500-A	敷砂	AC	10	15	1,500	1.4
S-BC-E3000-A	敷砂	BC	10	30	3,000	1.1
S-AC-E3000-A	敷砂	AC	10	30	3,000	1.4



図－1 試験体形状寸法および載荷位置

キーワード RC 製ロックシェット、重錘落下衝撃実験、AFRP シート、敷砂緩衝材

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 土木研究所寒地土木研究所寒地構造チーム TEL 011-841-1698

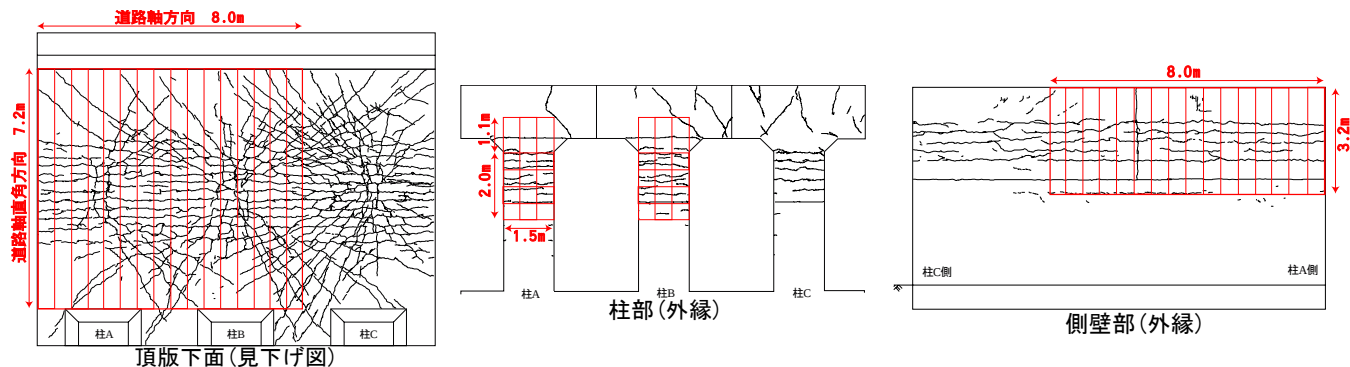


図-2 AFRPシート補強前の試験体のひび割れ分布と補強範囲

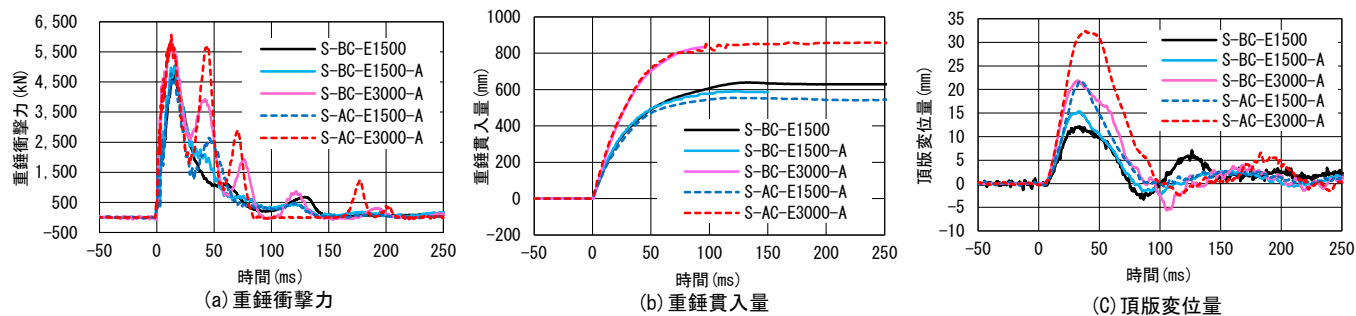


図-3 各時刻歴応答波形

シート補強後のケースとしている。緩衝材として使用した敷砂および締固め方法は過年度の実験¹⁾と同一とし、所定の厚さである90cmに形成している。

4. 実験結果

図-3には、重錘衝撃力、重錘貫入量および載荷点直下における頂版変位量に関する応答波形を示している。(a)図の重錘衝撃力波形は、いずれのケースも重錘衝突後に急激に立ち上がり最大値を迎える正弦半波状の波形性状を示している。入力エネルギーが同じ場合では、最大重錘衝撃力および到達時間がほぼ同じとなっている。入力エネルギーが3,000kJの場合は、衝撃力が数回に渡り振幅の増減を伴いながら励起している。(b)図の重錘貫入性状は、補修の有無に関係なく、重錘衝突直後は貫入量が急激に増加し、その後緩やか変化しながら最大貫入量に達している。入力エネルギーが同じ場合では、補修の有無および載荷位置に関わらず貫入量はほぼ同じ程度となっている。最大貫入量は、入力エネルギーが1,500kJの場合は600mm程度、3,000kJの場合は、敷砂厚900mmと同程度となっている。(c)図の頂版変位は、いずれも重錘衝突時より若干遅れて増加しており、30~40msの間で最大変位を示し、リバウンド後減衰自動振動状態に移行している。入力エネルギー1,500kJの場合、補強有の場合が無補強よりも最大変位量が大きくなっている。これは、載荷履歴を受けているため、曲げ剛性が低下したことによるものと推察される。また、載荷位置によって最大変位量が異なっており、端部載荷では中央載荷よりも4割程度大きくなっている。また、実験終了後、AFRPシートの損傷状態を確認したが、浮き等の変状は見られなかった。

5. まとめ

本研究では、RC製ロックシェッドの耐衝撃補強設計法を確立することを目的に、損傷を与えた実規模RC製ロックシェッドにAFRPシート補強を施し重錘落下衝撃実験を実施した。実験結果より、1)入力エネルギー1,500kJでは、ほぼ弾性挙動を示しており、補強の有無による明確な違いは見られなかった。2)設計落石エネルギーの30倍である3,000kJでは、残留変位が1.4mmと小さく、AFRPシートには浮き等の変状は見られなかった。3)端部載荷の場合には、中央載荷の場合と比較して頂版部の最大変位量が4割程度大きくなる傾向にあること、が明らかになった。

参考文献

1) 山口悟, 小室雅人, 栗橋祐介, 今野久志, 岸徳光: 敷砂または碎石緩衝材を用いた落石防護覆道の実規模衝撃載荷実験, 構造工学論文集 Vol.61A, 2015.3