

内面繊維補強した RC アーチ構造の耐衝撃性能に関する実験的検討

寒地土木研究所 正 会 員 ○石川 博之
 寒地土木研究所 正 会 員 岡田 慎哉
 室蘭工業大学 正 会 員 栗橋 祐介

室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
 寒地土木研究所 正 会 員 今野 久志

1. はじめに

本研究では、実トンネル巻き出し工を想定した RC 製アーチ構造を FRP シートで補強した場合の耐衝撃性向上効果を把握することを目的に、小型 RC 製アーチ模型（以後、アーチ）に対し、内空にアラミド繊維（AFRP）シートを接着補強を施し、重錘落下衝撃実験を行った。耐衝撃性能に関する検討は、各種応答波形（重錘衝撃力、載荷点における応答変位）およびひび割れ分布に着目して行うこととした。なお、本実験は、室蘭工業大学が所有する構造物耐衝撃耐荷力評価試験装置を用いて実施した。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

図-1 には、実験試験体の形状寸法および配筋状況を示している。試験体は、実際の巻き出し工の 1/4 程度の縮尺模型とした。すなわち、アーチの厚さを 200 mm、アーチ部内半径を 1,000 mm、側壁部高さを 500 mm としている。アーチ部主鉄筋には、実巻き出し工と同程度の鉄筋比 (0.8 %) となるように鉄筋量を調整し、D13 を 120 mm 間隔で配筋した。なお、芯かぶりは 40mm としている。配力筋には、主鉄筋との鉄筋量および鉄筋間隔のバランスを考慮して D6 を用い、主鉄筋量の 1/3 以上となるように断面中心線上で 80 mm 間隔で配筋することとした。

AFRP シート接着による補強は、アーチ内面全域に目付量 650 g/m^2 の 2 方向シートを貼り付けることで実施した。

本検討で対象とする試験体数は全 2 体である。試験体名は、N-8：無補強の試験体、S-8：AFRP シートによる内面補強を行った試験体をそれぞれ示している。なお、試験体名の末尾には衝突速度 $V \text{ (m/s)}$ を示している。

2.2 衝撃実験概要

実験は、アーチフーチング部を跳ね上がり防止用治具により固定し、アーチクラウン中央点に所定の高さから 300 kg の鋼製重錘を自由落下させることにより行っている。

本実験では、載荷点近傍部における押し抜きせん断破壊が想定されることから、載荷点の影響が自由辺まで波及しないようにするため、載荷直径を小さくすることとし直径 60 mm の鋼製円柱を採用した。計測項目は、重錘

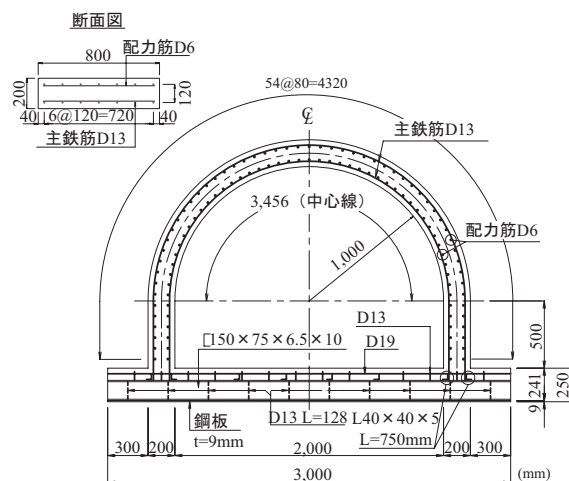


図-1 形状寸法および配筋状況

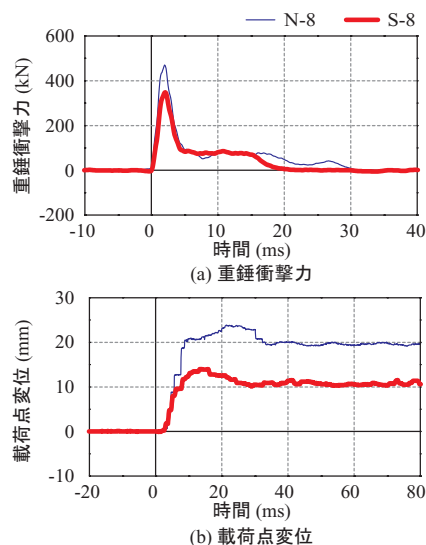


図-2 各種応答波形

に内蔵された起歪柱型ロードセルによる重錘衝撃力と非接触式レーザ変位計による載荷点変位とした。

3. 実験結果

3.1 各種応答波形

図-2 には、重錘衝撃力波形および載荷点変位波形を示している。なお、図は重錘衝突時刻を基準にして整理している。重錘衝撃力波形より、N-8、S-8 試験体共に類似の傾向を示し、重錘衝突とともに励起する周期の短く振幅の大きい正弦半波状の第 1 波と、その後周期の長く振幅の小さい一定の応答を持続する第 2 波から構成され

キーワード：RC アーチ，衝撃実験，内面補強，FRP シート補強

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 寒地土木研究所寒地構造チーム TEL 011-841-1698 FAX 011-841-3502

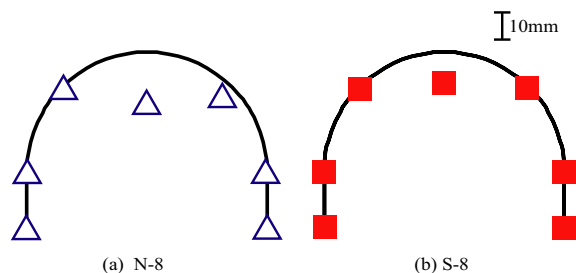


図-3 断面方向最大変位分布性状

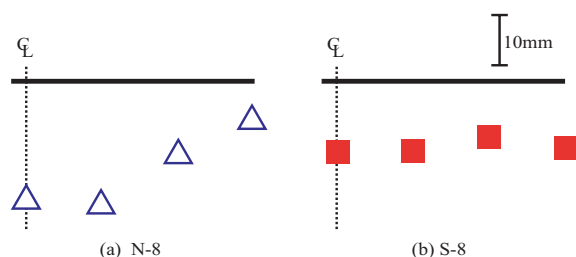


図-4 版幅方向変位波形

ている。N-8 試験体と S-8 試験体との差異に着目すると、アラミド補強を実施することにより最大重錘衝撃力が若干低下し、さらに波動継続時間も短くなる傾向が見られる。载荷点変位波形より、重錘衝撃力と同様に N-8, S-8 試験体ともに類似の傾向を示しており、重錘衝突時から若干遅れて波形が励起され、最大変位となる。その後、振動はほとんど励起せず、大きな残留変位が生じている。これより、両試験体において大きな損傷が発生し、構造体としては終局に至っているものと推察される。

N-8 試験体および S-8 試験体の差異に着目すると、シート補強を実施することにより、最大変位、残留変位ともに無補強の場合の半分程度に抑制されている。これより、シート補強を実施することで、損傷の大きい場合にも変位を抑制する効果が期待できることが分かる。

3.2 変位分布性状

図-3 には、断面方向最大変位分布性状を示している。図より、N-8, S-8 試験体ともに载荷点に変位が集中していることが分かる。両者を比較すると、载荷点の変位量は若干異なるものの、ほぼ同一の傾向を示している。

図-4 には、版幅方向最大変位分布性状を示している。図より、N-8 試験体では载荷点近傍に変位が集中し、端部の変位は小さい。これより、N-8 試験体では押抜きせん断破壊が生じているものと推察される。これに対し、S-8 試験体では载荷点から端部までほぼ一様の変位が発生しており、変位が集中する傾向は見られない。これは、シート補強を実施したことにより、押抜きせん断破壊による押抜けが抑制されたものと推察される。

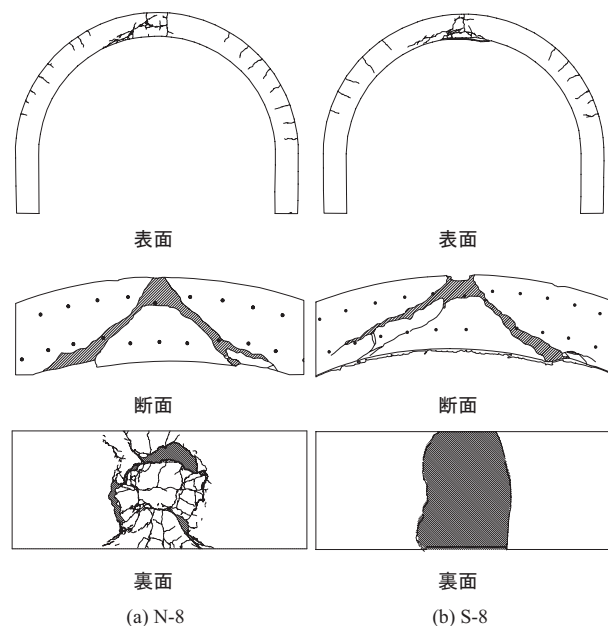


図-5 ひび割れ分布性状

3.3 ひび割れ分布性状

図-5 には、実験終了時のひび割れ分布性状を示している。なお、S-8 試験体の裏面のひび割れ分布は、シート補強によりコンクリート表面がシートに覆われ、ひび割れの状況が確認できないことより、ここではシートの剥離状況を示している。

図より、载荷点断面のひび割れ性状より、両試験体とも载荷点より発生した斜めひび割れが裏面まで到達しており、せん断コーンの形成が確認できる。これより、いずれの試験体も押抜きせん断破壊により終局に至っているものと判断できる。

N-8 試験体においては、押抜きせん断破壊によるせん断ひび割れの開口に伴い、裏面コンクリートの剥落が生じている。一方、シート補強を行った S-8 試験体の場合には、せん断ひび割れの開口は確認できるものの、剥落は発生していない。これより、シート補強を行うことで同程度の損傷が発生した場合においてもコンクリートの裏面剥落の抑制効果が期待できることが確認された。

4. まとめ

本検討の範囲内での結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) AFRP シート補強を実施しても、押抜きせん断破壊の破壊モードは抑制できない。
- (2) シート補強を実施することで、押抜きせん断破壊による変形は抑制できる。
- (3) シート補強を実施することで、裏面剥離・剥落を抑制することが可能である。