

実規模 RC アーチ構造における内面補強工法の効果に関する実験的検討

室蘭工業大学 フェロー ○岸 徳光 (株) 構研エンジニアリング 正会員 川瀬 良司
 室蘭工業大学 正会員 岡田 慎哉 室蘭工業大学 正会員 栗橋 祐介
 (株) 構研エンジニアリング 正会員 高橋 浩司 (株) 構研エンジニアリング 非会員 杉山 裕

1. はじめに

本研究では、敷砂緩衝材を設置した RC 製アーチ構造に対する内面補強工法の耐衝撃性向上効果を把握することを目的に、実トンネル坑口部内面に AFRP シート貼付工法 (以後、A 工法) あるいは AFRP メッシュと PVA 短繊維混入吹付モルタルを併用した工法 (以後、M 工法) により補強した場合と、内面補強を施さない場合について重錘落下衝撃実験を実施した。補強効果の検討は、重錘衝撃力、アーチ構造の変位およびアーチ内面の破壊性

状に着目して行うこととした。

2. 実験条件

図-1(a),(b)には、実験に用いたトンネル坑口部の形状寸法および配筋状況を示している。トンネル坑口部の断面形状は、覆工部材厚 600mm、上半内空半径 4,152mm、側壁部高さ 1,725mm、道路軸方向の 1 ブロック延長 6,000mm である。覆工主鉄筋には D13~D22、配力筋には D13 がそれぞれ 250mm 間隔で配筋され、かぶりは 100mm である。また、敷砂緩衝材の厚さは、一般的な厚さの 900mm としている。なお、アーチ構造本体のコンクリートの圧縮強度は、 $f_c=35.8\sim37.0\text{MPa}$ 程度である。

表-1には、実験ケース一覧を示している。内面補強については、A 工法には二方向 AFRP シート (保証耐力 588kN/m、弾性係数: 118 GPa、引張強度: 2.06GPa、破断ひずみ: 1.75%) を 1 層用いている。また、M 工法は近年トンネル内面補強に用いられている工法であり、AFRP メッシュ (保証耐力 196kN/m) と PVA 短繊維混入吹付モルタル (吹付厚 30mm) を併用した工法により、アーチクラウン部からスプリングラインまでを補強している。実験は、質量 10t の鋼製重錘をクレーンを用いて所定の高さまで吊り上げ、アーチ部中央点に自由落下させることにより行っている。

3. 衝撃実験結果

3.1 各種応答波形

図-2には、各実験ケースにおける重錘衝撃力波形、載

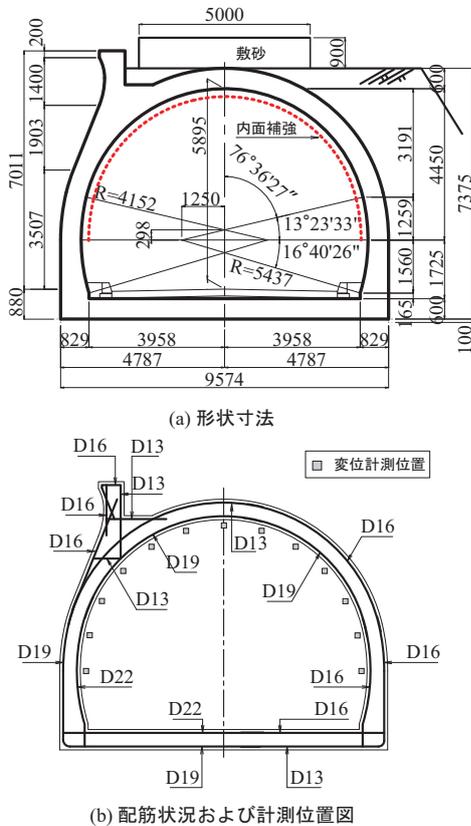


図-1 形状寸法および配筋状況

表-1 実験ケース一覧

実験ケース	内面補強	重錘質量	落下高さ
N	無	10t	10m
A	AFRP シート		
M	AFRP メッシュ併用 PVA 短繊維混入 吹付モルタル		

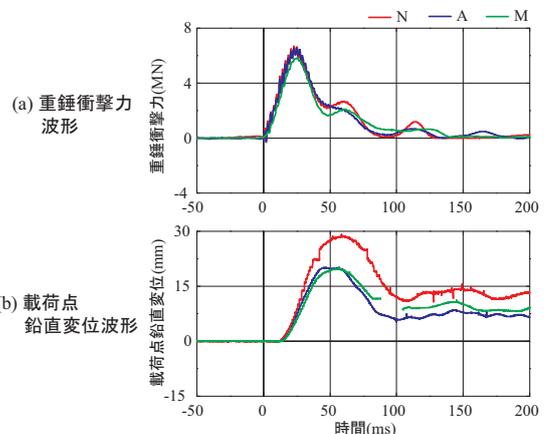


図-2 各種応答波形

キーワード: RC アーチ構造, 内面補強, アラミド繊維補強, AFRP メッシュ PVA 短繊維混入吹付モルタル工法

連絡先: 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

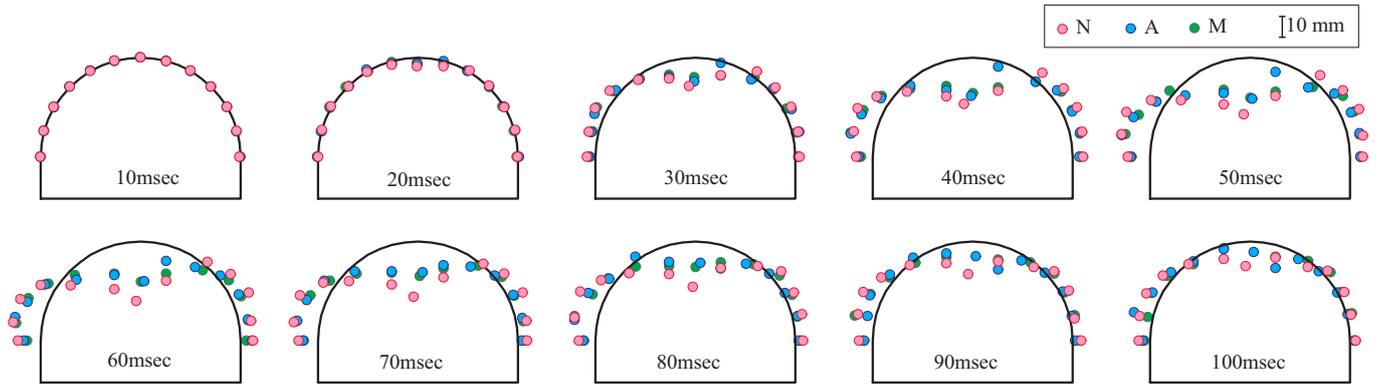


図-3 変位分布

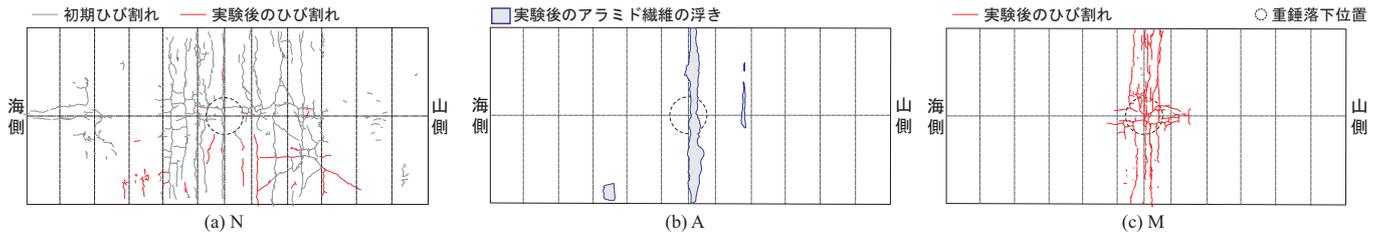


図-4 実験後におけるアーチ内面の破壊状況

荷点鉛直変位波形を示している。(a)図の重錘衝撃力波形より、いずれのケースも最大値を含めて同様の波形性状を示しており、本研究に用いた補強方法が重錘衝撃力波形に与える影響は小さいことが分かる。

(b)図より荷点直下における鉛直変位波形は、重錘衝撃力波形に対して20ms程度、波形の立ち上がりに遅れが生じている。また、内面補強を実施することで、荷点鉛直変位、残留変位ともに無補強の場合の60%程度に抑制されている。これは、アーチ部材の曲げ耐力が向上したことによるものと考えられる。これより、本研究に用いた工法により内面補強することで、荷点部の変位を抑制する効果が期待できることが明らかとなった。

3.2 変位分布

図-3には、各実験ケースにおけるアーチ内面変位の時系列分布を $t=10\sim 100\text{ms}$ まで10ms毎に示している。図より、荷点直下のアーチクラウン部およびアーチの円中心点より45°の位置周辺は無補強の場合が内面補強した場合よりも大きく示されている。また、内面補強を施すことにより、無補強の場合の荷点直下における局所的な変形が、アーチクラウン部全体で挙動する傾向に移行していることが分かる。また、このような性状は補強工法によらず同様である。

3.3 アーチ内面の破壊性状

図-4には、各実験ケースにおける実験後のアーチ内面の破壊状況を示している。無補強の場合には、初期ひび割れを含めたアーチ構造本体のひび割れをスケッチし

た。また、A工法の場合にはシート表面から打音検査を行い、シートの浮きをスケッチし、M工法の場合には吹付モルタルのひび割れをスケッチしている。

図より、無補強の場合は、実験によって新たに発生したひび割れは少ないものの、広範囲に分散して生じていた初期ひび割れの幅が多少広がった。なお、アーチ内縁かぶりコンクリートの剥落は発生していない。内面補強を施した両実験ケースについては、A工法の場合にはAFRPシートの浮きが発生しているが破断は確認されていない。M工法では、アーチクラウン部において道路縦断方向にひび割れが発生している。

4. まとめ

本研究では、敷砂緩衝材を設置したRC製アーチ構造に対する内面補強工法の耐衝撃補強効果を把握することを目的に、実トンネル抗口部内面にAFRPシート接着工法あるいはAFRPメッシュとPVA短繊維混入吹付モルタルを併用した工法により補強した場合と、内面補強を施さない場合について重錘落下衝撃実験を実施した。本研究により得られた事項を整理すると、以下のように示される。

- (1) 本研究に用いた工法により内面補強することで、荷点部の変位を40%程度抑制する効果が期待できる。
- (2) 内面補強を施すことにより、無補強時の荷点直下における局所的な変形が、アーチクラウン部全体で挙動する傾向に移行する。