

欠円石造アーチ橋の架設時安定性に関する研究

国土工営コンサルタンツ(株) 正員 筒井 光男 九州産業大学 フェロー 水田 洋司
福岡大学 正員 坂田 力 九州産業大学 正員 白地 哲也

1. まえがき

筆者らは既報¹⁾にて、石造アーチ橋の軸力線を円弧にする荷重を求め、また架設時の軸力線を調整する手段としてアーチクラウンに「重し」を載せる方法の効果を確認した。今回、中心角の異なる欠円アーチの架設時軸力線を調べ、架設時の安定性に考察を加えたので報告する。

2. 方針

文献 2)に、石造アーチ橋の架設手順を示す図がある。それには、ライズの 2/3 まで壁石等を積み上げて要石を挿入し、その上に「重し」を載せて支保工を取り外すと記述されている。文献 1)において、筆者らは秋月眼鏡橋の実荷重が軸力線を円弧とする荷重(理想荷重と呼ぶ)とほぼ合っていることを確認した。このため、秋月眼鏡橋の中心角を変化させたモデルに理想荷重を作用させた場合の架設時軸力線位置を計算し、中心角の変化が架設時安定性に及ぼす影響を調べた。石造アーチ橋では輪石の他に壁石・中詰材め・舗装・高欄などがあるが、簡単のために壁石等と呼ぶ。

3. 解析方法

3. 1 解析モデル

秋月眼鏡橋の中心角 ϕ は 57 度である、これを含めて中心角を変化させた場合の軸力線位置を検討する。

① $\phi = 45^\circ$ 、② $\phi = 48.2^\circ$:半円ライズの 2/3、③ $\phi = 57^\circ$:秋月眼鏡橋、④ $\phi = 70.5^\circ$:半円ライズの 1/3、⑤ $\phi = 80^\circ$ について計算を行う。輪石のみ架設が済んでいるものとして、まず輪石を載荷したときの軸力線位置を求め、次に壁石等を施工したときの軸力線位置を求めた。計算ケースは①輪石のみ ②輪石+ライズの 1/3 壁石 ③輪石+ライズの 2/3 壁石等 ④完成時。さらに、壁石等による土圧を静止土圧係数 0.5 として載荷した。図-1 に解析モデルと荷重を、図-2 に荷重作用位置等の関係を図示している。

3. 2 荷重および解析方法

(1) 鉛直荷重

$$q = q_0 / \cos^3 \theta$$

(2) 水平荷重

$$\Delta h = R(\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \quad (4)$$

$$\Delta L = R(\sin \theta_1 - \sin \theta_2) \quad (2) \quad P_h = (q_1 + q_2) / 2 \cdot \Delta h \cdot \rho \cdot 0.5 \quad (5)$$

$$P = 1/2(q_1 + q_2) \cdot \Delta L \cdot \rho \quad (3)$$

ここで、 q_0 はクラウンでの分布荷重強度、 ϕ 、 θ はそれぞれアーチおよび着目点の中心角を示す。断面力は力学の公式より算出する。

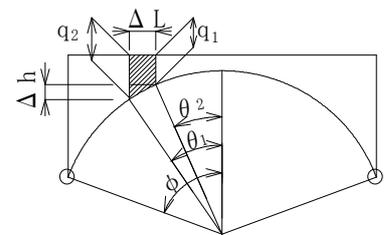


図-1 解析モデルと荷重

$$H = \frac{P}{\Delta} \{ \sin^2 \phi - \sin^2 \theta - 2 \cos \phi (\phi \cdot \sin \phi + \cos \phi - \theta \cdot \sin \theta - \cos \theta) \} \quad (6a)$$

$$\Delta = \phi - 3 \cos \phi \cdot \sin \phi + 2 \phi \cdot \cos^2 \phi \quad (6b)$$

$$M_{dc} = P R (\sin \phi - \sin \theta) - H \cdot y \quad (6c)$$

$$M_{ad} = P \cdot x - H \cdot y \quad (6d)$$

4. 計算結果

中心角 $\phi = 70.5^\circ$ の場合の架設手順ごとの軸力線位置を図-3 に示し、中心角ごとに各荷重ケースの軸力線の変動を図-4 に示す。図-5 は $\phi = 57^\circ$ の場合に静止土圧を作用させた場合の軸力線の変動を示す。なお、荷重算出にあたっては輪石比重を 2.3、壁等比重を 1.655 とした。

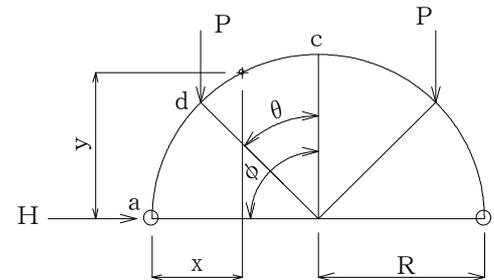
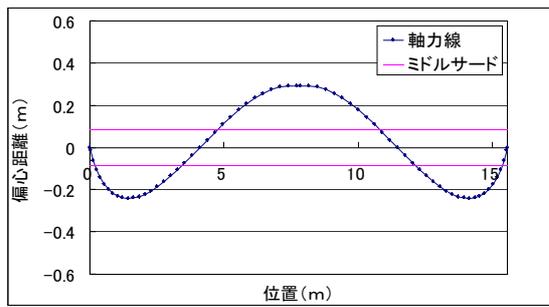


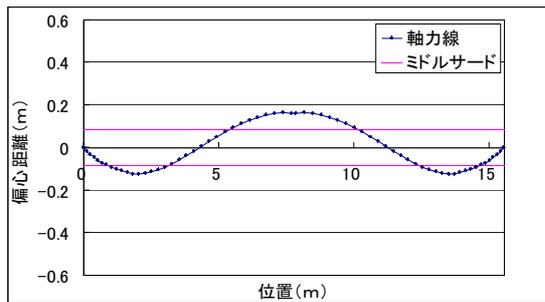
図-2 荷重作用位置と距離

キーワード：石造アーチ橋、架設時安定性、軸力線、欠円アーチ

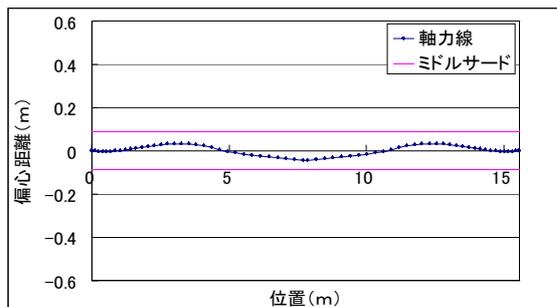
連絡先：〒 859-3724 長崎県東彼杵郡波佐見町志折郷 1905-8 国土工営コンサルタンツ(株) TEL0956-76-9094



(1) 輪石のみの軸力線

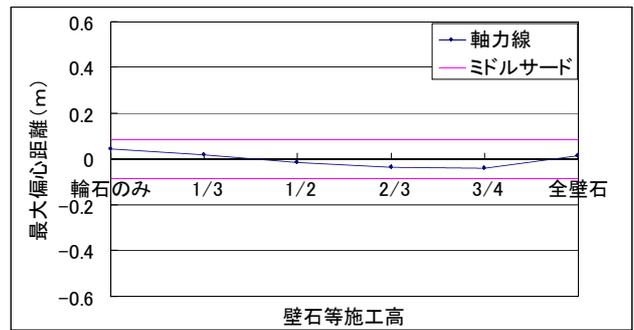


(2) 輪石+ライズの 1/3 の軸力線

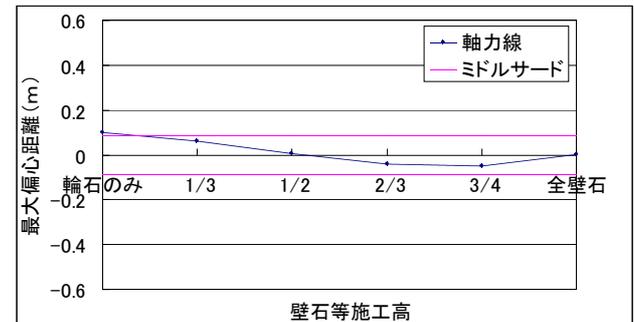


(3) 輪石+ライズの 2/3 の軸力線

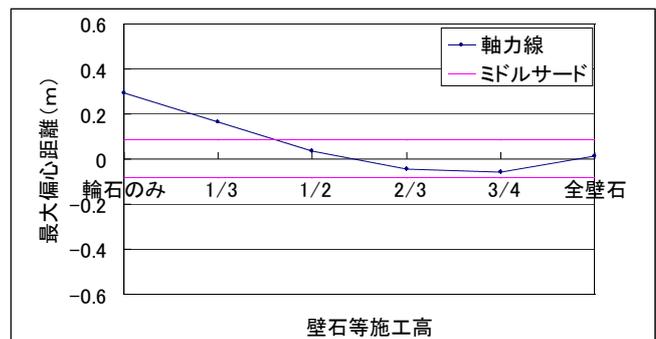
図-3 架設時の軸力線 $\phi=70.5^\circ$



(1) $\phi=48.2^\circ$



(2) $\phi=57^\circ$



(3) $\phi=70.5^\circ$

図-4 鉛直荷重時アーチクラウン軸力線位置

5. 結論

- (1) 中心角が 48.2° (半円ライズの 2/3) 付近より小さい場合は架設時軸力線はミドルサード内にある。
- (2) アーチの中心角が大きくなると、輪石だけでは自立できない。
- (3) クラウンでの軸力線は、最初は中立軸の上にあるが、壁石等を積み上げるに従い、中立軸の下方に向かい、ライズの 3/4 付近から上昇する。軸力線が中立軸の下にあることは、輪石が上に開く傾向であるため、重しを載せることには意味がある。
- (4) 静止土圧が作用する場合は、軸力線は鉛直荷重のみを作用させる場合より下方に偏心する。
- (5) 土圧は変動の可能性があり、軸力線位置に対する土圧の影響は中心角が大きいほど大きい。このために中心角が小さい(ライズが低い)方が、軸力線位置の安定には有利と考えられる。

参考文献

1) Mitsuo Tsutsui, Yoji Mizuta and Tutomu Sakata: Line of Thrust and theoretical load of masonry arch bridge RCH' 10-6th International Conference on Arch Bridge pp.332~337, 2010. 10.
 2) 岡崎文雄, 高山淳吉他: 伝えたいふるさとの石橋, 高山総合工業(株), p. 389, 1996. 12

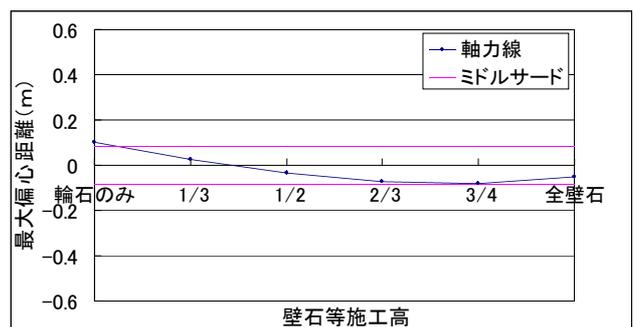


図-5 鉛直+土圧荷重時アーチクラウン軸力線位置 ($\phi=57^\circ$)

