

イメージ力学の橋梁上部工への適用について

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

1. はじめに

筆者らはイメージ力学という概念を提案してきた^{1),2)}。この概念を導入することにより、構造物のデザインをよくしたいというのが主旨である。既報の内容は石造アーチおよび木造構造物などを対象としている。本論文では、橋梁上部工に石や煉瓦を貼る場合の、イメージ力学の適用について述べている。

2. 橋とイメージ力学概要

橋に石を貼る場合は、通常は分割された石を貼る。石を貼った構造物は石を組んで作った構造（組積造）に見える。筆者らはこの石を組んで作ったように見える構造物をイメージ構造物と呼び、このイメージ構造物に簡単な安定照査行い形状を決定することをイメージ力学と定義している。イメージ構造物としての組積構造は、圧縮には強く引張には抵抗しないという特性を持っている。安定照査の条件としては、部材および目地は圧縮には十分な耐力があり、引張には抵抗しないものとしている。石造アーチの場合、支間とライズが決まれば、架設時安定に必要な輪石厚は次式で計算できる(式(1)、(2))³⁾。

$$T \geq 0.02L + 0.26 \text{ (半円の時) } \text{-----(1)}$$

$$T \geq T\sqrt{2\lambda} \text{ (欠円の時) } \text{-----(2)}$$

ここで、 T, T' は半円アーチおよび欠円アーチの架設時安定に必要な輪石厚(m)、 L は支間(m)、 λ はライズ・支間比を示す。

3. 橋梁上部工に貼る場合

アーチや桁橋に石や煉瓦を貼る場合のイメージ構造物について以下に記す。

1)RCアーチ・PCアーチ

もともとアーチであるために、ライズや輪石厚が確保でき、貼るのは容易である。

2)桁高変化が無い桁

桁高変化がない桁に石を貼り、目地が鉛直に入っている場合について検討する(写真-1)。軸力がない場合には、曲げ引張に抵抗しないので安全率がゼロとなる。また、軸力がある場合には、ライズがゼロのアーチの一部と考えることができる、この場合は軸力が無限大となり、やはり不安定となる。したがって、桁高変化がない桁は石を貼るのには適さない。ただし、支間が短い窓などでは、目地を斜めにするると直線桁でも可能であるが(写真-2)、長い桁には適さない。

3)変断面桁

支点上で高く支間中央で低い変断面桁は、石を貼った場合にイメージ構造物が安定となる可能性がある。この場合は桁高変化量をライズと見なす。変断面桁の桁高変化量は一般にアーチよりは小さい。しかしながら、石橋でも支間・ライズ比16の例もある³⁾。

4. 設計手順

いま、支間30mでライズ3mのRCアーチ(図-1a)に石を貼る場合を例に取り、設計手順を示す。形状から、



写真-1 桁高変化がない桁に貼った例

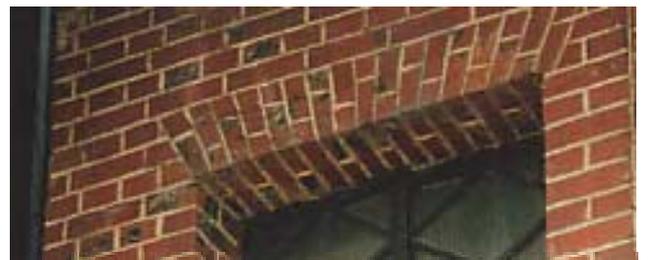


写真-2 目地を斜めにした窓

イメージ構造物は支間30m、ライズ3mの石橋となる。次に、式(1)(2)を用いて輪石厚を計算する。

$$T \geq 0.02 \times 30 + 0.26 = 0.86\text{m (半円の時)} \text{-----(1)}$$

$$T \geq 0.86 \sqrt{2 \times 3 / 30} = 0.38\text{m (半円以外の時)} \text{---(2)}$$

計算結果より輪石厚は0.38m以上であれば安定である。しかし、以下の2つの理由で半円の時の値0.86mを採用する。まず、輪石が厚い方が重厚な感じを与えること。次に、ライズが低いと、軸力が増加するために輪石が薄くてもいいという式(2)の意味が、力学の専門家以外には理解されにくいと推察するためである。なお、図-1b)~h)にL=30m、f=3m、T=0.86mを基本とし、考えられる案を描いている。桁側面は壁石と輪石に分かれるが、両方に貼る場合(図-1b),c,d)とどちらか一方を貼る場合(図-1e),f,g)がある。イメージ力学では貼らない部分は鉄筋あるいは無筋コンクリートであり、貼る部分が石あるいは煉瓦となる。輪石と壁石の両方貼り、壁石の目地を水平及び鉛直にする場合は、輪石外側の弧で壁石を切り取るよう処理してもよいが(図-1b)、日本橋⁴⁾など、ライズが低い場合などは、薄い壁石が出てくる。薄い壁石は割れそうに見えるので調整する方法もある。その案を以下に示す。

①壁石を輪石まで伸ばす³⁾。(図-1c)

②輪石を厚い壁石まで伸ばす⁴⁾⁵⁾。(図-1d)

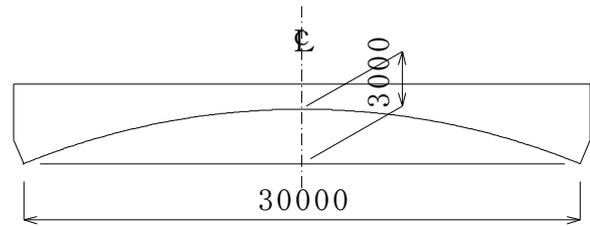
これらのほかに、壁石に石や煉瓦以外の模様を付ける案³⁾(図-1h)もある。この部分は、イメージ力学の対象外として安定を照査しないという主旨である。そのためには、模様のサイズを小さくしたり、あるいは幾何学模様として、石やレンガに見えないようデザインする必要がある⁴⁾。

5. 終わりに

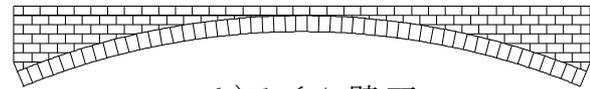
筆者らは一連の研究でイメージ力学の提案を行ってきた。今回橋梁上部工について検討し、その設計例を報告した。橋梁上部工に石や煉瓦を貼る場合のデザインの参考になれば幸いである。

参考文献

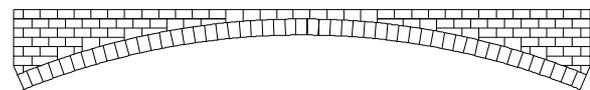
1. 筒井、水田：イメージ力学の提案、土木学会第57回、年次学術講演会概要集、PP.157~158,2002,9
2. 筒井、水田：イメージ力学の提案(その2)、土木学会第59回、年次学術講演会概要集、PP.707~708,2004,9
3. 小林、風景の中の橋、槇書房、1998.5、P51ヌムール橋、P63ラ＝バルム橋
4. 伊東孝、水の都、橋の都、東京堂出版、H6.7、p6日本橋、P19一石橋、P48千代橋
5. 土木学会誌2004.1表紙、鍛冶橋



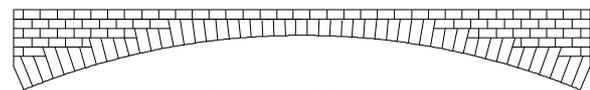
a) 元形状



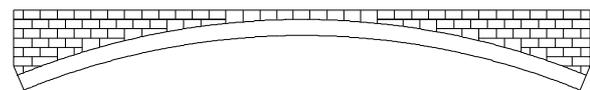
b) アーチ+壁石



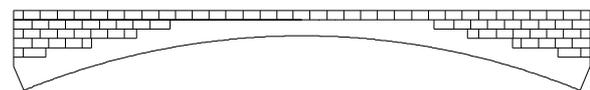
c) 壁石調整タイプ



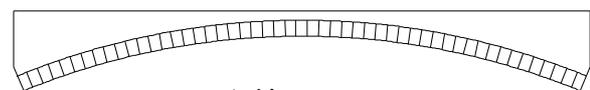
d) 輪石調整タイプ



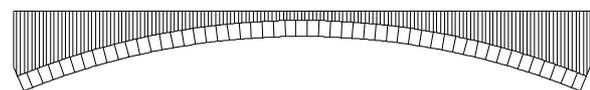
e) 壁石調整タイプ 壁石のみ



f) 輪石調整タイプ 壁石のみ



g) 輪石のみ



h) 壁石部別模様

図-1 アーチに貼る場合