軽減アーチへのイメージ力学の適用について

国土工営コンサルタンツ㈱　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

１．はじめに

筆者らはイメージの力学という概念の提案をしてきた[1]。この概念を導入することにより、該当する構造物（下記 2.2 参照）のデザインをよくしたいというのが提案の趣旨である。また、イメージ力学の例として、今回、軽減アーチ（写真ー１）について検討したので報告する。まず、イメージ力学および滑動に対する仮想円の照査方法について記述する。次に、軽減アーチへのイメージ力学の適用について述べる。

２．イメージ力学と軽減アーチの概要

2.1 定義

構造物の表面に石やレンガを貼る場合、設計者の意図の有無にかかわらず表面にイメージ上の構造物が創造されると考え、そのイメージ構造物に対して力学を適用することをイメージ力学と定義する。

2.2 適用範囲

本論文で提案するイメージ力学を適用する構造物は以下のようなものである。① 土木や建築における鉄筋コンクリート構造物などに、石やレンガを貼った構造物。②化粧型枠などによりコンクリート表面に石積模様を付けた構造物。③構造物を他の材料で覆い、他の材料で出来ているように見せかけた構造物。④桁橋を吊橋や斜張橋にみせる場合のように構造系を違うように見せかけた構造物。⑤イラスト、カタログ、アニメーション、ＣＧなどのイメージ上の構造物。

写真ー１　軽減アーチ

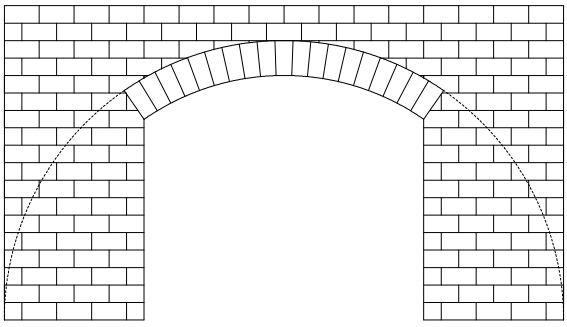
2.3 軽減アーチ

イメージの力学を適用すると、石や煉瓦を貼った開口部の上にアーチや梁が必要となる。現実の開口部の上は直線が多いために、小梁あるいは扁平なアーチが望ましいこととなる。しかしながら、扁平なアーチや小梁は大きな荷重に適していない。このような場合、その上にもう一つ軽減アーチと呼ばれるものを重ねることが行われてきた（写真ー１）。このとき、開口部直上の梁は軽減アーチより下の荷重による曲げを照査し、軽減アーチについてはその上の荷重に対する安定を照査することとなる。軽減アーチは壁の中に埋まっており、軸力線の変動に対する不安定は問題とならないと考えられるので、滑動に対する照査方法を調べる。

３．滑動と仮想円

3.1 仮想円

石造アーチのスプリンギング部が滑動しない条件はアーチによる水平力よりも自重による摩擦力が大きいことから、ｆ ＞ L/2 が得られる。ここで、ｆはライズ、Ｌは支間である。式はライズが支間の 1/2 より大きいと滑動しないことを示している。つまり半円よりライズが高いと滑動しない。視覚的には、仮想の円を対象に重ねて確認できる。



図ー１　仮想円による滑動照査

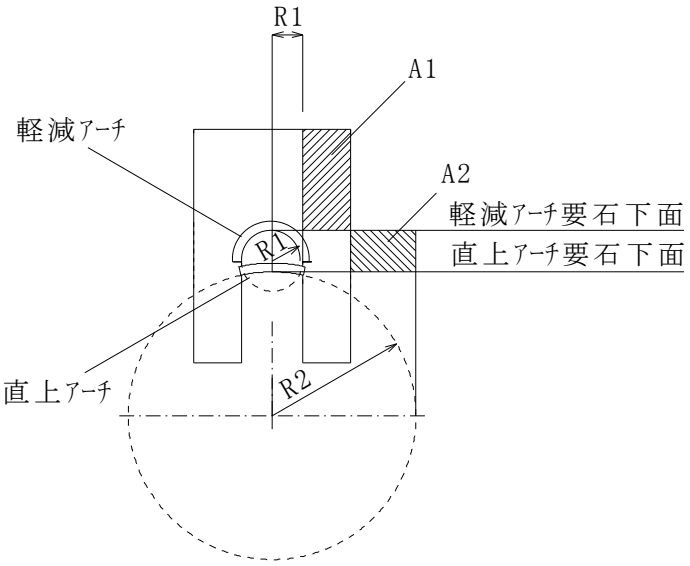
3.2 欠円アーチの場合

欠円アーチの場合は以下のようである。

(1)弧に沿った等分布荷重を受ける円弧アーチと等分布荷重を受ける放物線アーチの水平力を比較すると、その差は 5%程度以下であり、ほぼ等しい[(2)]。(2)放物線アーチは一部を切り出しても水平力は等しい[(2)]。(3)上記(1)(2)の理由から、仮想円による照査は、欠円アーチにも適用でき[(2)]る（図－１）。

3.3 軽減アーチへの仮想円の適用

図－２のように直上アーチの上に軽減アーチがある場合を考える。仮想円を用いた照査はアーチ作用による水平力と自重による摩擦抵抗を比較している。図－２の場合はアーチが２層になるので、それぞれのアーチに対する抵抗力を照査すればよいことになる。このために、それぞれのアーチに必要な重量を求め、自重がそれ以上であるかを照査する。まず、軽減アーチが滑動しないために必要な重量は軽減アーチ要石下端より上でかつ中心からＲ１の範囲である(図－２)。次に、直上アーチが滑動しないために必要な重量は、軽減アーチ要石下端から直上アーチ要石下端の間で、中心から R2 の範囲である。図－２を見るとＡ１の 部分が使われずに残っている。また、Ａ２の部分が、直上アーチの滑動安定に不足する部分である。したがって、Ａ１がＡ２より大きいことが、直上アーチの滑動安定条件となる。もし、この滑動安定条件を満足しない場合は、直上アーチのライズを大きくすればよいことも判る。仮に、軽減アーチが無ければ、直上アーチが滑動しないために必要な重量はＲ２の幅となり、不足することも図より確認できる。なお、ここでは輪石と壁石の比重はすべて同じと仮定している。



図－２　軽減アーチ仮想円照査法

図－３　軽減アーチ例

４．まとめ

イメージ力学と軽減アーチについて述べた。構造物に石や煉瓦を貼る場合の参考になれば幸いである。使用例として図－１の全景を図－３に示す。白く繊細な直上梁と軽減アーチを組み合わせて、安定したイメージ構造物となっていることが判る。なお、軽減アーチは英語の lelieving arch,discharging arch, safety arch の訳として用いられている例があり、それに従った。

参考文献

1) 筒井、水田、坂田：イメージ力学の提案とその構造物への適用について、土木構造・材料論文集　第 24 号　2008 年 12 月、pp145 ～ 152、2008.12.

2) 筒井、水田：石造アーチ橋の架設時安定性と簡易照査法、土木構造・材料論文集、第 22 号、pp.75 ～ 82、2006.12.