

開口部を持つ壁面意匠の力学安定性

佐世保重工業㈱

正員○筒井 光男

九州産業大学 工学部

正員 水田 洋司

九州産業大学 工学部

正員 白地 哲也

1. まえがき

土木構造物や建物の壁面に石やタイルを貼って、装飾する場合がある。その中で、橋梁や壁面開口部の上など、空中に位置するものの中には人が不安定感を覚えるようなデザインも見受けられる。ここでは、橋梁や開口部を持つ壁面に意匠として用いられた構造物の力学安定性と人が受ける印象について調べる。

2. 開口部を有する壁面意匠の種類

開口部を持つ壁面意匠として次のものがある。

- 1) 橋梁や橋脚に石を貼ったもの。
- 2) ビルの入口や窓の上部に石や煉瓦を貼ったもの。
- 3) トンネル入口壁面に石を貼ったもの。

3. 開口部の安定性

これらの中で、不安定感を伴う意匠は、次のような場合である。

- 1) 橋梁の主桁に石を貼ったもの(図-1)
- 2) 橋脚の梁に石を貼ったもの
- 3) ビルの入口や窓の上に水平に石を貼ったもの
- 4) トンネル等の壁面に化粧型枠で石を積上げ、切り取ったように開口部があるもの
- 5) 開口部の上をアーチ状に石を貼ったが、水平部があったり、輪石が極端に薄い場合。

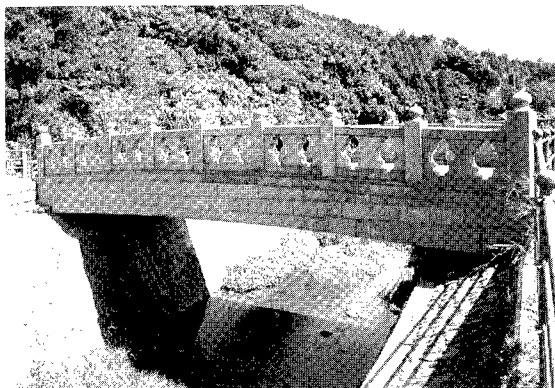


図-1 主桁への石の貼り付け例

その原因については以下のように考えられる。不安定感を覚えるものは、意匠として存在する構造物が力学的に不安定なのではなかろうか。つまり石や煉瓦を貼ってあるいは化粧型枠によって創られたイメージ上の構造物が実際に構造物として存在するとしたら、力学的に不安定かあるいは構造物の安全率が低いのではないかということである。設計者は、打ちっぱなしのコンクリート表面を保護するためあるいは隠すために煉瓦を貼っているのかもしれないが、実際は不安定感を与える要因になっている。設計者は意匠の安定性に注意を払う必要があるのではないだろうか。

4. 安定性の判断

地球上にある構造物は重力の影響下にある。これに抵抗するために、構造物の形状は以下のような変遷を経ている。①基本的に石積みは鉛直またはすこし緩い角度で積み上げる。②開口部をもうける場合、その上部は梁またはアーチで作る。③梁の材料は古くは木や石であるが、天然材料であるため材料の大きさに制限がある。④アーチもスパンが大きくなると輪石を厚くする必要があるが、材料は小さくて良い。このためアーチはスパンの大きい場合に適した構造物であった。⑤鉄筋コンクリートの誕生にともない、我々は継ぎ目のない巨石を作ることができるようになった。

鉄筋コンクリートに石を貼るということは、巨石を細切れにすることであり、イメージとしての力学を再構築する必要がある。表面に石や煉瓦を貼ることは、石や煉瓦と性能の悪い目地しか無い状態で橋や壁を設計するのと同じである。橋や壁の安全率の計算式を次の仮定の下に導入する。①目地は引張は受け持たず、圧縮は石や煉瓦と同じ程度の耐力を持つ。こうすると3.の中の1)から4)までは安全率がゼロとなる。

②石橋の安定は、輪石のみのアーチの中央に施し時荷重として輪石1個相当を乗せた場合を想定し、このときの軸力線が部材厚の1/3の範囲にあれば安全であるとする。

アーチカラムへの集中荷重 P による曲げモーメント (M_p) 及び
水平反力 (H_p) は

$$M_p = \frac{3PL}{64}, \quad H_p = \frac{15PL}{64f} \quad \text{-----(1)}$$

ここに、 L は支間、 f は拱矢を示す。

等分布荷重 q による曲げモーメント、水平反力は

$$M_q = 0, \quad H_q = \frac{qL^2}{8f} \quad \text{------(2)}$$

偏心量 δ と安全率 S は

$$\delta = \frac{M_p + M_q}{H_p + H_q}, \quad S = \frac{T}{6\delta} \quad \text{------(3)}$$

ここに、 T は輪石の厚さを示す。 S はアーチ輪石に引張が生じない限界偏心量 ($T/6$) と δ の比である。 集中荷重の輪石寸法は次のように仮定。 厚さはスパン 25m と 0m でそれぞれ 0.95m と 0.2m 、幅は厚さのそれぞれ 65% と 100% とし、中間は直線補間。 分布荷重は輪石のみ。 チェックのため石橋実橋のデータで計算すると、表-1 の通りとなる。

5. 開口部を有する壁面デザインの方法

いま、開口部を有するコンクリート構造物を例にとり、石あるいは煉瓦を貼る必要が有る場合に、見る人に安心感を与える壁面意匠を、手を加える度合いが少ない順にあげると次のようになる。

1) 開口部の上に貼らない (図-2)

2) 主構造あるいは主構造とイメージする部材に貼らない。主構造はスパンが小さいときは梁でもよいが、アーチはスパンの大小に関わらず用いてよい。(図-3、図-4)

このとき、主構造部材は鉄筋あるいは無筋コンクリートとなるが安全率を満たすように厚さを決める。アーチの場合は水平力が作用するので、基礎部も固める。

3) アーチードにも石を貼る、アーチの厚さは石橋としての安全率を満たすように決める。(図-5)

5. あとがき

以上、開口部を持つコンクリート壁面あるいは橋梁に石や煉瓦を貼る場合、意匠として存在する構造物の力学安定性が見る人に、安定感や不安定感を与えているのではないかとすることを提案した。 また、イメージ上の石造アーチ橋の安定照査方法の提案を行った。 見せかけの構造物を作ることは、ある面では本物を作るより難しい。 本来なら出番が無い力学の力を借りることは、その解決への有力なアプローチと思う。

参考文献：(1) 石橋は生きている 山口祐造 葦書房 1992

(2) 福岡県内の石造アーチ橋の現状 水田・白地・平島 土木構造・材料論文集 第12号 1997.12

表-1 安全率

橋名	支間 (m)	拱矢 (m)	輪石厚 (m)	安全率
洗玉橋	23.7	8.0	0.85	1.23
本の眼鏡橋	3.8	1.8	0.38	1.63
幸橋	15.5	5.4	0.62	1.51
長崎眼鏡橋	8.3	4.4	0.59	1.75
諫早眼鏡橋	17.4	5.4	0.69	1.80
霊台橋	28.3	13.2	0.85	1.09

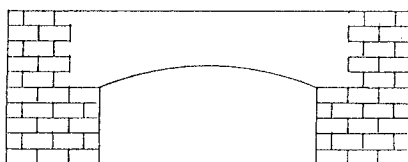


図-2 開口部の上は貼らない例

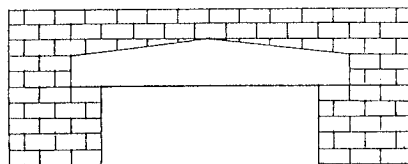


図-3 主構造は貼らない例 (梁)

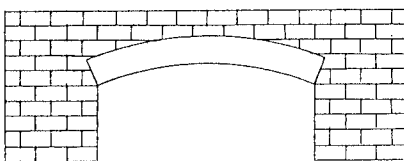


図-4 主構造は貼らない例 (アーチ)

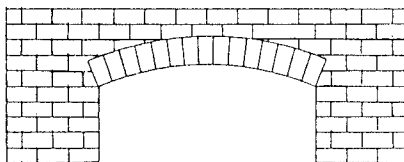


図-5 アーチも貼る例