

## プレキャスト石詰め籠施工時の形状保持に関する検討

熊本大学大学院自然科学教育部 学生会員 ○宮崎翔平  
熊本大学大学院先端科学研究部 正会員 森山仁志

熊本大学大学院自然科学教育部 正会員 松村政秀  
熊本大学大学院先端科学研究部 正会員 重石光弘  
瀬戸内金網商工株式会社 非会員 山口貴幸

### 1. 研究背景および目的

多自然型の恒久護岸を目的とした河川護岸には、金網マットを敷設した後に敷居を設け人力により石詰めを行う、連続マット状で地盤変化に追従可能な柔軟な構造りが用いられている。この構造に、石詰め後の籠を敷設するプレキャスト化工法を適用できると、工期短縮、省力化に労力の軽減に有効といえる。しかし、石詰め籠の吊出し工程時(図-1)に枠辺部分が変形し、籠同士の連結が困難となることが、連続に敷設する上でプレキャスト化の実現に向けた課題の1つである。

そこで、本研究では、吊り材による吊り上げ角度および形状保持のための筋交の配置が籠の変形に及ぼす影響を、2次元弾性解析により簡易的に検討した。

### 2. 解析概要

#### 2.1 石詰め籠

対象とする石詰め籠は、主に河川護岸や法面整備に用いられている籠(長さ2m、幅1m、高さ0.5m)である。図-2に示すように、骨枠と筋交にはいずれも直径5mm、6mmの3種垂鉛メッキ鉄線SWMGH-3(JIS G 3547)が用いられ、各面は菱形状の網目構造であり、形状保持を目的とした筋交が側辺高さ中央( $H_c=250$ mm)に設置されている。

この石詰め籠を連続護岸として用いるためには、現場にて石詰め後、吊り出して所定の位置に設置し、籠同士をコイルにより連結することが考えられる。

#### 2.2 解析条件

解析では、骨枠と筋交を含む籠の長さ方向中央部を対象とした簡易モデルを用い、吊り上げ角度と筋交の位置に着目する。実際には吊り位置、2本の筋交は同一断面上にはないが、本解析では同一断面上にあると仮定し、鉄線と吊り出しのフック部分をはり要素でモデル化し、各部材の節点間はピン接合とした。

荷重条件、境界条件を図-3に示す。文献2)を参考に、線材の弾性係数を $76,000$  N/mm<sup>2</sup>とし、割栗石の密度 $2.65 \times 10^3$  g/mm<sup>3</sup>、充填率64.4%から1籠当たりの石荷重を

計算し、解析モデルには分布荷重 $1.0$  N/mmを載荷した。解析では、筋交の取り付け高さ $H_c$ (= $125, 250, 375, 499$ (mm)),吊り上げ角度 $\theta$ (= $-10, 0, +10, +20, +30$ ( $^\circ$ ))が異なる、表-1に示す解析ケースを設定した。要素分割が結果に及ぼす影響がないことを確認し、載荷辺の節点数は全てケースで104とした。



図-1 吊出し工程

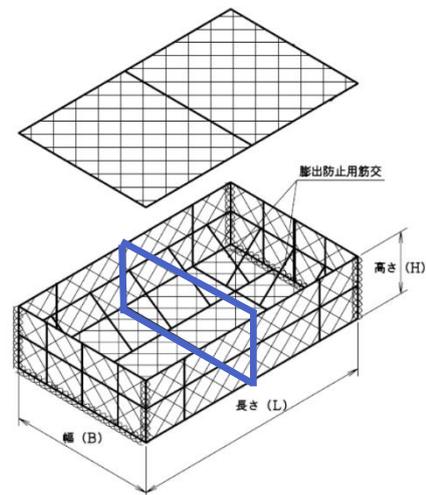


図-2 石詰め籠の形状

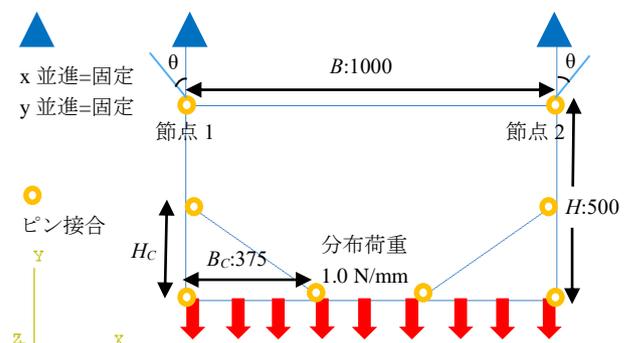


図-3 荷重条件および境界条件(寸法単位:mm)

3. 解析結果

$\theta=0^\circ$  のとき、筋交の取り付け高さ  $H_c$  と、 $H_c=250$  のケース 3 に対する底辺の鉛直方向および側辺の水平方向の最大変位の増減率の関係を図-4 に示す。図-4 から  $H_c=125$  では、底辺と側辺の両方において  $H_c=250$  より変位が増加する。 $H_c=375$  では、底辺は減少するが側辺の変位が増加し、 $H_c=499$  では、底辺と側辺の両方において変位が減少することから、籠側面最上部で筋交を接合すると筋交が最も有効に機能することがわかる。

また、図-3 に示した節点 1, 2 間の距離のケース 3 ( $H_c=250, \theta=0^\circ$ ) に対する増減率と  $\theta$  の関係を図-5 に示す。同図より、 $\theta=-10^\circ$  では、 $\theta=0^\circ$  より圧縮変位が 1.4 倍増加し、このように上辺に圧縮力が作用する場合には、筋交の設置効果が期待できない。 $\theta>10^\circ$  では、引張力が作用し、 $\theta$  約  $24^\circ$  のとき変化率がゼロとなる。さらに、 $\theta=0, 20, 30^\circ$  におけるケース 3 ( $H_c=250, \theta=0^\circ$ ) に対する節点 1, 2 間の距離の変化率と  $H_c$  の関係を図-6 に示す。同図より、 $\theta$  の値に関わらず  $\theta=30^\circ$  の場合には、上辺に引張力が常に作用し、 $H_c$  を現行の 250 mm あるいはそれより大きくする場合にも、吊り上げ角度を  $20^\circ$  程度以上にとり、籠枠の外側から吊り上げる方法が上辺の縮み抑制、ならびに籠の形状保持に有効と考えられる。また、同図の  $\theta=20, 30^\circ$  の結果から、上辺が引張となる場合、圧縮となる場合、いずれも  $H_c=499$  の変化率は 0 に近い値を示しており、最も筋交が有効に機能すると考えられる。

4. まとめ

本研究では、石詰め籠を用いる恒久護岸のプレキャスト化の実現に向け、石詰め籠同士を連結する上で影響の大きい、籠断面の形状保持効果を、吊り出し角度および筋交の位置に着目して、2次元弾性解析により簡易的に検討した。

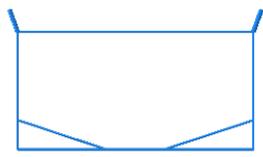
その結果、筋交の設置高さを側面最上部とすること、上辺に圧縮変位を生じさせないことが籠の形状保持に有効である。また、吊り上げ角度を正とし、石積み籠の枠外から吊り上げる方法と、上辺の変形防止にさらに有効であることがわかった。

今後、石詰め籠の 3次元解析や籠同士の接合法の検討を進めたいと考えている。

参考文献

1) 国土交通省河川局治水課：鉄線籠型護岸の設計・施工技術基準，

表-1 解析ケース

ケース	$H_c$	$\theta$	ケース	$H_c$	$\theta$
1	0	0	14	0	30
2	125	0	15	125	30
3(現状)	250	0	16	375	30
4	375	0	17	499	30
5	499	0	ケース例		
6	250	-10			
7	250	10			
8	250	20			
9	250	30			
10	0	20			
11	125	20			
12	375	20			
13	499	20			

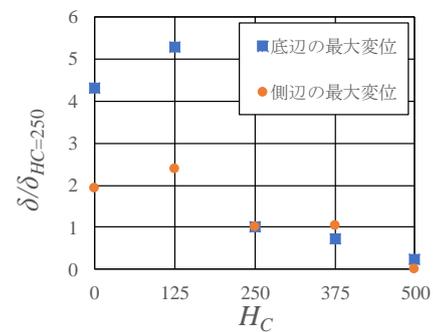


図-4  $H_c$  と最大変位の増減率の関係 ( $\theta=0^\circ$ )

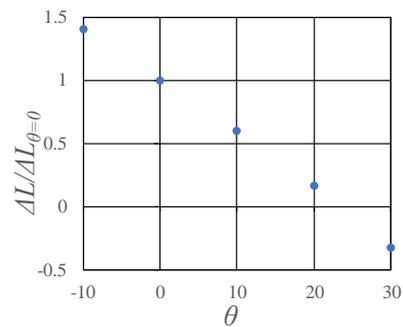


図-5  $\theta$  と節点 1, 2 間距離の変化率の関係 ( $H_c=250$ )

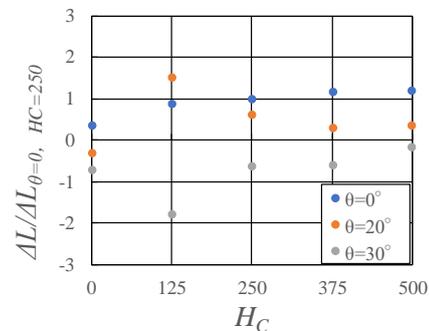


図-6  $\theta=0, 20^\circ$  における  $H_c$  と節点 1, 2 間距離の変化率の関係

2009.

2) 四国総合研究所：じゃかごの力学特性試験報告書，2006.