

# 耐震・耐津波対策における既設コンクリートブロック岸壁のグラウンドアンカー補強工法のブロック抜出しの評価方法について

The method of evaluating the block slipping out in the ground anchor reinforcement industrial method of the existing concrete block quay in earthquake-proof and the tsunami-proof measures

○阿藤 正樹\*, 西館 忍\*\*, 大川 浩\*, 鈴木 孝幸\*\*  
Ato Masaki, Nishidate Shinobu, Okawa Hiroshi, Szuki Takayuki

## 1. はじめに

三重県では南海トラフ地震に備えて県営漁港の地震・津波対策の機能診断調査を進めている。既設岸壁の耐震・耐津波工法として選定したグラウンドアンカー補強工法の設計にあたり、グラウンドアンカーの間隔を広げれば一般的に工事費は安くなるが、グラウンドアンカー間のブロックが津波作用時(引波時)に抜け出してしまふことが懸念される。既設岸壁等のグラウンドアンカー補強工法について、その間隔の具体的な設定方法を明示した既往の文献や論文等が乏しい。そこで、直接グラウンドアンカーに拘束されないコンクリートブロックの抜出し判定について、二次元平面ひずみの FEM 解析により計算したブロック押え力からブロック底面の滑動安全率を算定してブロック抜出しの評価を行った。ここでは、「直立消波ブロック積式岸壁」および「コンクリートブロック積式岸壁」を事例にブロック抜出しの評価方法について紹介する。

## 2. 対象施設の構造と補強工法

図-1(a), (b)に「直立消波ブロック積式岸壁」および「コンクリートブロック積式岸壁」の補強した断面を示す。既設岸壁は南海トラフ地震に起因する L2 地震・L1 津浪の作用を受けると地震時並びに津波時(引波時)にブロックの滑動安全率が許容値を満足しない。その補強工法として、グラウンドアンカー工法を選定した。

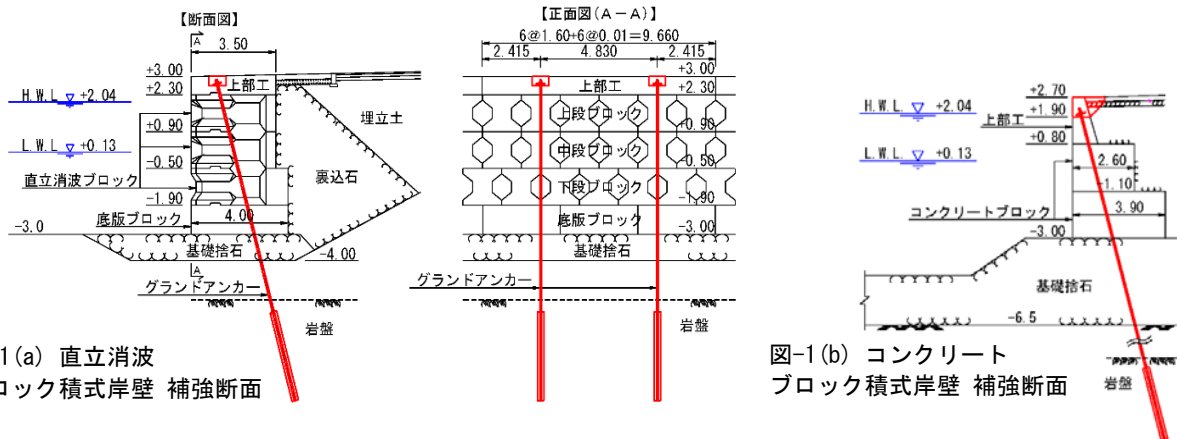


図-1(a) 直立消波  
ブロック積式岸壁 補強断面

図-1(b) コンクリート  
ブロック積式岸壁 補強断面

## 3. ブロック抜出しの評価方法

### (1) 検証方法

ブロック抜出し現象の定量的な検証方法として、地震時並びに津波作用時(引き波時)に要求されるグラウンドアンカーの所要押え力と FEM 解析で得られた鉛直応力の合力ならびに堤体に作用する全水平力(津波引波時)から、右式①を用いて各ブロック底面における滑動安全率  $F_s$  を算定し、その値が許容安全率 1.2 を満足するか否かでブロック抜出しの判定を行った。

・ 滑動安全率 ( $F_s$ ) の算定式

$$F_s = \mu \times (W + T_v) / (H - T_h) \geq 1.2 \dots \textcircled{1}$$

$F_s$  : 滑動安全率  
 $\mu$  : 摩擦係数 (=0.50)  
 $W$  : 堤体に作用する全鉛直力 (kN/m)  
 $H$  : 堤体に作用する全水平力 (kN/m)  
 $T_v$  : FEM 解析による押え力 (kN/m)  
 $T_h$  : FEM 解析による押え力の水平力相当分 (kN/m)

\*三重県伊勢農林水産事務所 (Mie Prefecture Ise Agriculture, forestry and fisheries office)

\*\*ポートコンサルタント株式会社 (Port Consultant Co., Ltd) キーワード: FEM 解析

## (2) FEM 解析モデル

ここで、グラウンドアンカーの所要押え力から伝達される各ブロック底面の押え力を検証するために、上部工を梁要素としてブロック積式岸壁を二次元平面ひずみの FEM 解析モデルに置換えた。また、ブロックの平面ひずみ要素を剛バネで接合し、平面ひずみ要素と基礎地盤の間は、鉛直方向の地盤バネ<sup>1)</sup>を考慮した。計算領域を上部工 1 スパン (10m) とし、アンカー取付間隔について、直立消波ブロック積式を 4.83m、コンクリートブロック積式を 5.00m に設定した (図-2(a), (b) 参照)。

## (3) 解析結果

直立消波ブロック積式とコンクリートブロック積式における鉛直方向の応力分布を図-3(a), (b) に示す。安定解析の結果、前者については、DL-1.9m の中央部で FEM 解析による押え力  $T_v$  (77.3 kN/m) が必要押え力 (118 kN/m) を下回り、滑動安全率  $F_s$  (1.0) が許容安全率を満足しなかった。後者についても DL-1.0m の両端部で FEM 解析による押え力  $T_v$  (26.3 kN/m) が必要押え力 (76 kN/m) を下回り、滑動安全率  $F_s$  (0.89) が許容安全率を下回る結果となった。図に赤枠で示したブロックは、滑動安全率が許容安全率を下回る「拔出しブロック」と判定されたものである。両者の鉛直応力分布からグラウンドアンカー押え力は下方へ進むにつれて低下する傾向を示した。また、アンカー直下の応力分布に着目するとブロックの積上げ構造が一部直線状 (上段・中斷) である前者は、互い違いの後者よりも応力の伝達領域が狭くなる傾向を示した。また、アンカー取付部から離れた上段ブロックの中間部と両端部では上部工の剛性が小さいことに起因する押え力の低下が見受けられ、その影響は前者の方が後者に比べて顕著に表れた。

## 4. まとめ

グラウンドアンカー補強工法における「ブロック拔出し」の現象について FEM 解析モデルで検証した結果、そのアンカー間隔が 5m 程度の場合、鉛直応力分布からブロック押え力が下方へ進むにつれて低下傾向を示すことを確認した。また、ブロックの積上げ構造や上部工の剛性不足に伴うブロック押え力の低下から、滑動安全率を満足しない「拔出しブロック」を特定することができた。これより、グラウンドアンカー工法を適用したブロック積式岸壁の補強設計では、ブロックの積上げ構造や上部工の剛性を考慮した「拔出しブロック」の安定性評価の確認が必要である。また、押え力不足に対して「アンカーの設置間隔」や「部分的な補強対策」等の検討が必要である。

## 5. おわりに

本稿では、既設コンクリートブロック岸壁におけるグラウンドアンカー補強工法について、二次元平面ひずみの FEM 解析モデルを用いたブロック拔出しの評価方法を考案した。今後、この評価方法を確立するためにも、試験施工等による実験的検証から解析結果の妥当性を確認する必要がある。

### 【参考文献】

<sup>1)</sup> 社団法人 日本道路協会 道路橋示方書・同解説 I 共通編 IV 下部構造編 平成 24 年 3 月 P. 284

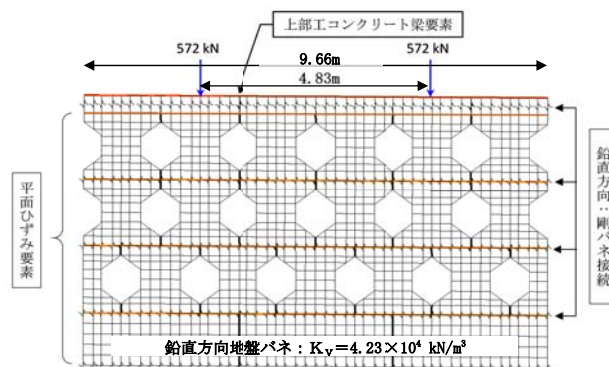


図-2(a) 直立消波ブロック積式の解析モデル

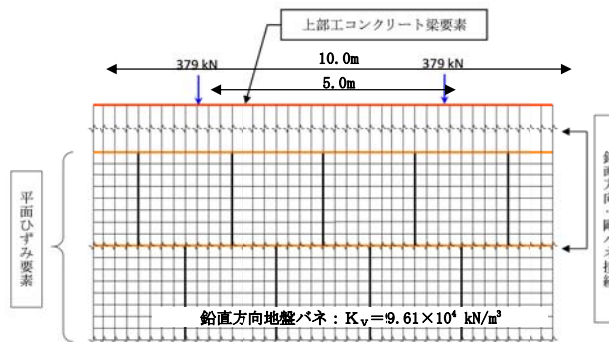


図-2(b) コンクリートブロック積式の解析モデル

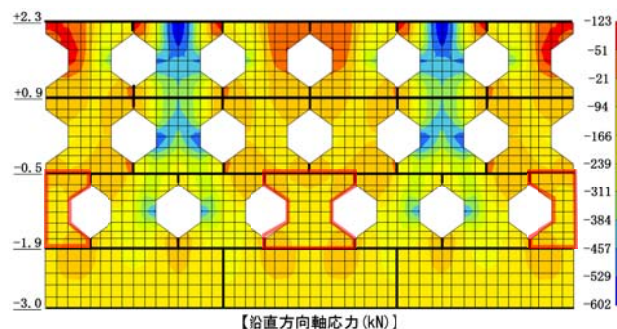


図-3(a) 直立消波ブロック積式の鉛直応力分布

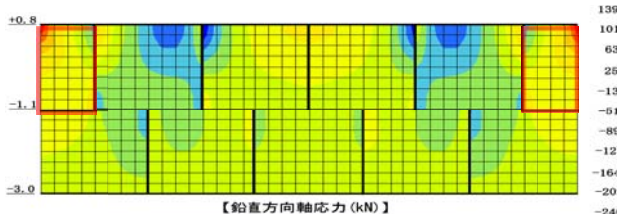


図-3(b) コンクリートブロック積式の鉛直応力分布