

異なる捨石マウンド幅上のケーソン式防波堤に施工したグラウンドアンカーの津波補強効果

名古屋工業大学 学生会員 ○後藤 麻衣

名古屋工業大学 正会員 前田 健一

名古屋工業大学大学院 学生会員 今瀬 達也

名古屋工業大学大学院 学生会員 伊藤 嘉

1. はじめに

地震・津波による防波堤等の外郭施設の被災過程または被災規模は、背後地域への津波浸入量や浸入時間、背後地域の被害程度に大きく影響を及ぼす。そのため、破壊メカニズムを十分に把握し、ねばり強い構造化に向けた構造および対策を明示することが急務である。これまでに、津波による混成堤の被災メカニズムとして、津波力によるケーソンの滑動・転倒に加え、越流や浸透などにより、支持地盤の強度が低下し、大破する可能性が指摘されている¹⁾²⁾。また、津波発生要因である地震動による液状化被害が想定され、津波が来襲する以前より支持地盤の強度低下が発生し、津波来襲時には一層大破する危険性が高まると考えられている²⁾。そこで著者らは地震・津波による混成堤の崩壊要因として、支持地盤の液状化・流動化が防波堤を大破させる一要因であり、これまで培われてきた液状化対策を施すことで、一気に大破しないねばり強い構造を構築できるのではないかと考えた。これを踏まえて、既往の地盤改良や補強工の一例とその対策効果を表-1 にまとめた。

本稿では、その中のグラウンドアンカーによる補強効果について検討する。これまでに短周期性の波浪を対象としたケーソン式防波堤への対策が検討され、滑動防止策として有効であることを示している³⁾。そこで、本研究では長周期性の津波が作用した際の効果について検討するため、まずは簡易的実験によりアンカー補強の有無について、特に津波越流を考慮してケーソン防波堤背後の捨石マウンドが流出したことを模擬し、ケーソン背後のマウンド延長を変化させた際の摩擦係数の変化について検討を実施した。

表-1 ケーソン式混成堤を対象とした地盤改良および補強工と耐震・耐津波補強効果の一例

対 象		地盤改良				抑え盛土・アンカー	洗掘・浸食対策
		置換・間隙圧消散	締固め	固化・注入	補強		
防波堤	新規	SCP 工法 (粘土地盤) VD 工法	SCP 工法(砂地盤) VF 工法	ソイルセメント 深層混合 処理工法 薬液注入工法	抑え盛土	消波ブロック アンカー	被覆ブロック
	既設	VD 工法	—	薬液注入工法	抑え盛土	消波ブロック アンカー	被覆ブロック 蛇籠

※VD 工法：バーチカルドレーン工法，VF 工法：パイプロフローテーション工法

2. ケーソン水平引張による摩擦抵抗測定試験の概要

本実験では、有川らの実験方法⁴⁾を参考に、気中において摩擦抵抗測定試験を行った。図-1 に実験装置の概要図を示す。検討対象をケーソン式混成堤とし、模型縮尺比を 1/35 とした。ケーソンは幅 290mm×奥行き 290mm×高さ 430mm の箱型模型を重量調節 (32.77kgf) し、底面は捨石との摩擦を考慮してコンクリート製板を設置している。捨石には砕石 4 号 (粒径 20-30mm の単一粒度) を用いた。アンカー工については、鋼製ワイヤ (径 1mm) を用い、ケーソン天端と捨石マウンド底部を傾斜角 90 度で初期張力を与えて固定した。

キーワード ケーソン式混成堤，耐津波化構造，グラウンドアンカー，摩擦係数

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 16 号館 227 号室 TEL 052-735-5497

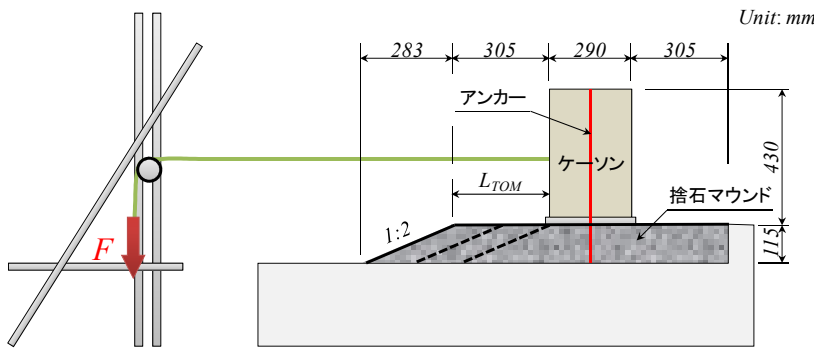


図-1 摩擦抵抗試験に用いた装置概要図

ケーソンの引張位置は堤体高中央 215mm とした。また、越流による捨石マウンドの流出変形を考慮し、ケーソン底板後趾から捨石マウンド法肩までの距離 L_{TOM} を変化させて、その影響について考察した。

3. 実験結果

荷重を段階的に載荷すると、徐々に滑動量が増加する場合と、ある程度滑動したのちに捨石マウンドにケーソンの移動が拘束され、非常に大きな荷重が加わってから急激に変形する場合の 2 パターンに大別された (図-2)。本稿では、後者の変形が生じたケースは省き、前者のケースにおいてケーソンの水平変位が 10mm 以上となった際の載荷荷重を用いて、摩擦係数を算定することとした。

図-3 にアンカー補強有無における距離 L_{TOM} ごとの摩擦係数について示す。 $L_{TOM}=155, 305\text{mm}$ の比較的天端幅がある場合、通常設計で考えられている摩擦係数 ($\mu=0.6$) と同等となり (図-2(a))、さらにアンカー補強を施すことにより見かけ上の摩擦係数が 4 割強～6 割弱程度増となった。一方で、 $L_{TOM}=5\text{mm}$ のマウンド天端幅がなくケーソン後趾直後に斜面となる構造では、摩擦係数 $\mu=0.45$ 程度となり滑動に対する耐力が低下した。ここに、アンカー補強を施すことで見かけ上の摩擦係数が 2 割程度と増加した。しかし、補強有無によらず、ひとたびケーソンが滑動すると大きく移動した。

4. 結論

簡易的な引張試験によりアンカー補強有無による摩擦抵抗を計測した。その結果、ケーソン底板後趾から捨石マウンド法肩までの距離に応じて、見かけ上の摩擦係数が増加することがわかった。特に、その距離が長い (マウンド構造が健全) 場合、アンカーによる補強効果が十分に発揮されている。一方で、マウンドの天端距離が短い (洗掘等により規定のマウンド幅が確保できていない) 場合、補強効果はあるものの、ひとたび滑動がすると大きく移動した。今後は、ケーソンの滑動量とアンカー張力の変化を中心に、津波-ケーソン-支持地盤の力学的相互作用と時系列でみた被災現象を考慮して、アンカー補強について検討する。

謝 辞 :本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)23360203 および特別研究員奨励費 (24・9200) の助成、社団法人日本アンカー協会より研究助成を受けたものである。ここに記して、謝意を表します。

参考文献 : 1) 今瀬達也 他 (2011) : 土木学会論文集 B2, Vol.67, No.2, pp.551-555. 2) 今瀬達也 他(2012) : 土木学会論文集 B2, Vol.68, No.2, pp.866-870. 3) 吉田誠 他(2011): 土木学会論文集 B3, Vol.67, No.2, pp.88-93. 4) 有川太郎 他(2012) : 港空研資料, No.1251, pp.17-19.

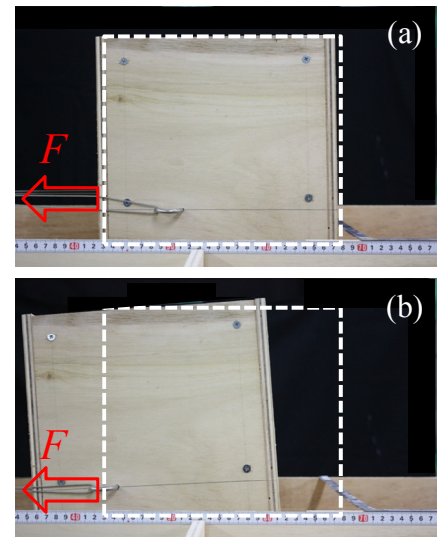
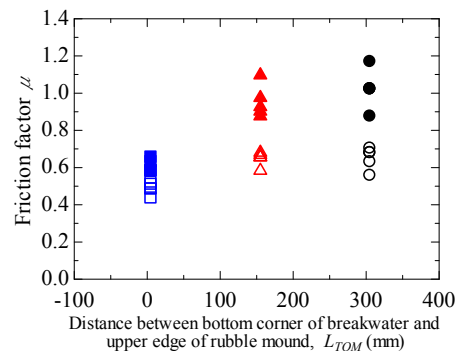


図-2 防波堤滑動の様子 :

(a) $L_{TOM}=305\text{mm}$, (b) $L_{TOM}=5\text{mm}$



$L_{TOM}(\text{mm})$	with anchor	without anchor
5	■	□
155	▲	△
305	●	○

図-3 アンカー補強有無による見かけ上の摩擦係数の変化 ; 補強なし (中抜記号), 補強あり (中塗り記号)