

津波引き波時のケーソン式護岸のグラウンドアンカーによる滑動防止対策に関する模型実験

(株) エスイー 正会員 ○竹家宏治
 五洋建設(株) 正会員 吉田 誠, 三藤正明
 早稲田大学 フェロー会員 清宮 理

1. はじめに

ナット定着のグラウンドアンカー(以下、アンカーという)による岸壁・護岸の港湾構造物の耐震補強については効果が確認されており¹⁾、施工事例も報告されている²⁾が、津波の影響を受ける岸壁・護岸の補強方法としての効果は確認されていない。そこで本研究では、津波の引き波時の構造物前後の水圧差による力に対して、ケーソン式護岸の前面腹付や杭³⁾による滑動防止対策の補強効果を確認するために模型実験を実施した。本稿では、アンカーによる滑動防止対策の効果に関する基礎的検討について述べる。

2. アンカーによる補強の概要

アンカーによる補強の概念を図1に示す。津波の引き波時に構造物に作用する前後の水圧差、背面土圧などの滑動力に対して、斜めに配置したアンカーによるアンカー力の鉛直成分と水平成分によって、滑動抵抗力および底面の摩擦力を補足する。

アンカーによる補強は、通常の耐震補強と津波の引き波対策を兼用することができる可能性がある。また、前面埋め戻し等の滑動防止対策と比較して構造物前面の水域を侵すことがないといった利点がある。

3. 実験の概要

実験概念を図2に示す。1995年兵庫県南部地震で被災したケーソン式護岸を参考に、1/10の縮尺の模型により実験を実施した。実験は無対策の場合と、アンカーによる滑動防止対策を行う場合の2ケース実施した。

実験に用いた土槽は、長さ3.0m、高さ1.0m、奥行き0.6mの箱型の剛土槽で、ケーソン模型は、高さ700mm、幅500mm、奥行き560mmの箱型鋼殻を用い、中詰砂により気中重量2.47kNに調整した。

基礎捨石と裏込石、埋土と裏込石の間には、防砂シートとして不織布を敷設した。ただし、地震時に生じたケーソンと裏込石の隙間に、津波の水が流入することを想定して、裏込石と基礎捨石天端には防砂シートを敷設していない。

アンカー模型は、鋼製ワイヤ($\phi 2\text{mm}$, $\Sigma A=6.28\text{mm}^2$, $L=1200\text{mm}$)を2本用いて、土槽底面およびケーソン模型上端に固定した。

土槽底面からの水位が850mmとなるようにゆっくり注水したあと、ポンプアップにより前面水位をゆっくりと低下させ、ポンプアップした水を背面側に供給して背面水位を約900mmに保持することでケーソンに水圧

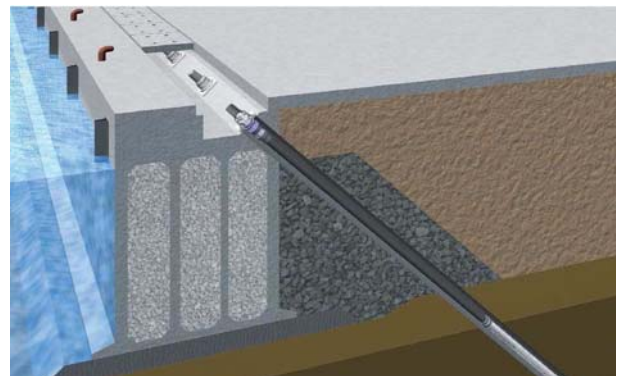


図1 アンカーによるケーソン補強イメージ

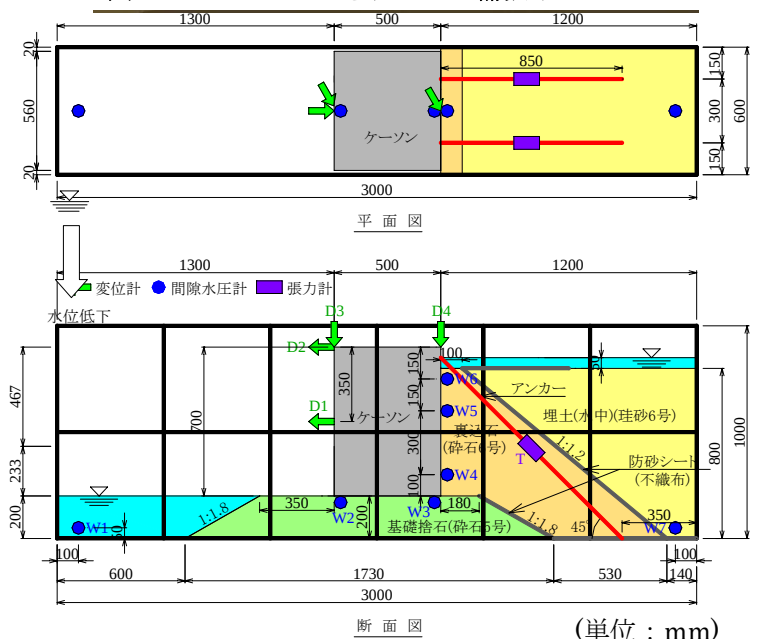


図2 実験概念(アンカーによる滑動防止対策)

キーワード グラウンドアンカー, 津波, 引き波, ケーソン式護岸, 滑動防止対策, 模型実験

連絡先 〒163-1343 東京都新宿区西新宿 6-5-1 (株) エスイー 環境防災部 TEL 03-3340-5510



(a)無対策 (b)アンカーによる滑動防止対策
写真1 実験後の状況

差を作用させた。この際、引き波による基礎捨石の洗掘が生じないようにした。

4. 実験結果および考察

実験後に模型を側面から見た状況を写真1に示す。無対策の場合、前面水位が低下し始めるとすぐにケーソンは前面側へ傾斜しながら変位し、基礎捨石法先や裏込石は崩壊に至り、天端の水平変位(D2)は約 360mm となった。一方、アンカーによる滑動防止対策を実施した場合は、ケーソンの変位は認められなかった。このことから、アンカーによる対策が有効であることが確認できる。

アンカーによる対策を施したケースにおけるケーソン前面水圧(W2)、水平変位(D2)、アンカー張力(ΣT)それぞれを時系列で整理して図3に示す。水圧の低下、すなわち前面水位が低下しても水平変位は測定されなかった。一方、アンカー張力は初期張力 0.36kN (実物スケールで 360kN) から水圧の低下とともに増加を示し、約 0.48kN (460kN) で一定となった。

張力増加(ΔT)に伴う伸び(ΔL)は式(1)によって示される。

$$\Delta L = \frac{\Delta T \times L}{A \times E} \quad (1)$$

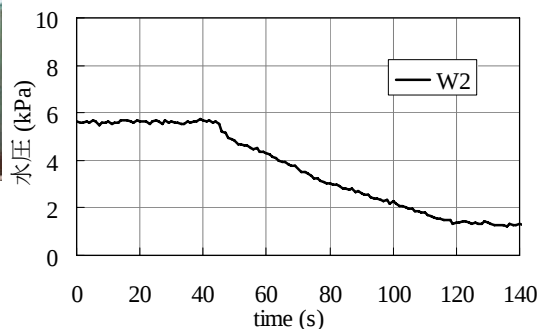
ここで、 L ：アンカー長、 A ：断面積、 E ：弾性係数である。張力増加に対するアンカー材の伸び量は $\Delta L=0.11\text{mm}$ となる。実験に使用した変位計の分解能は 1mm (実物スケールで 10mm) であるので水平変位は計測されなかったが、アンカー張力の増加によってケーソン滑動による水平変位を抑制できたと推定できる。アンカーによる補強効果の概念を図4に示す。

5. まとめ

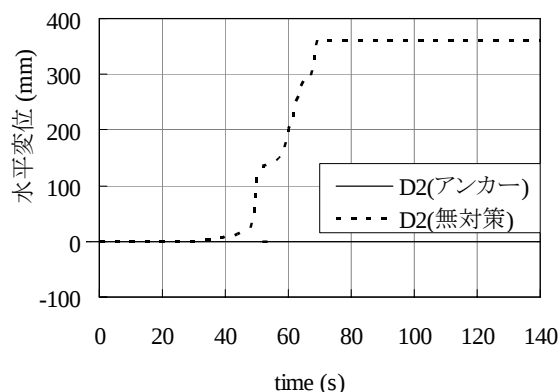
本報告では、津波の引き波に対するケーソン式護岸の滑動防止対策としてアンカーを取り上げて、模型実験によりその対策効果を確認した。その結果、アンカーにより対策することで、アンカー張力の増加の効果でケーソンの滑動・転倒に対する補強効果を発揮できることが示された。

参考文献

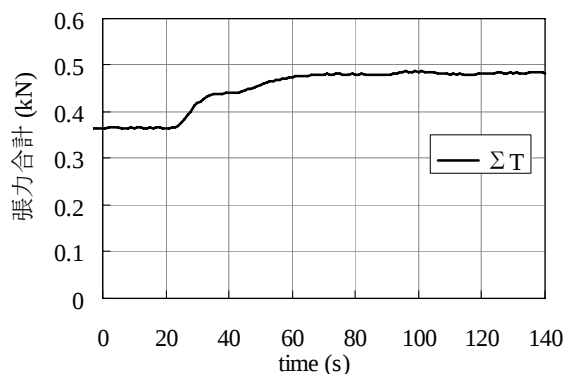
- 1) 財団法人沿岸技術研究センター：港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書第 08003 号「岸壁・護岸耐震補強アンカー工法」, 1-38, 2009.
- 2) 津田行男, 中官利之, 西口松男, 吉田誠：長尺アンカーによる岸壁の耐震補強工事について, Marine Voice, Vol.275, pp.18-21, 2011.
- 3) 吉田ら：津波の引き波に対するケーソン式護岸の杭による滑動防止対策に関する模型実験, 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014. (投稿中)



(a)ケーソン前面水圧の推移



(b)ケーソン水平変位の推移



(c)アンカー張力の推移

図3 実験結果 (アンカーによる滑動防止対策)

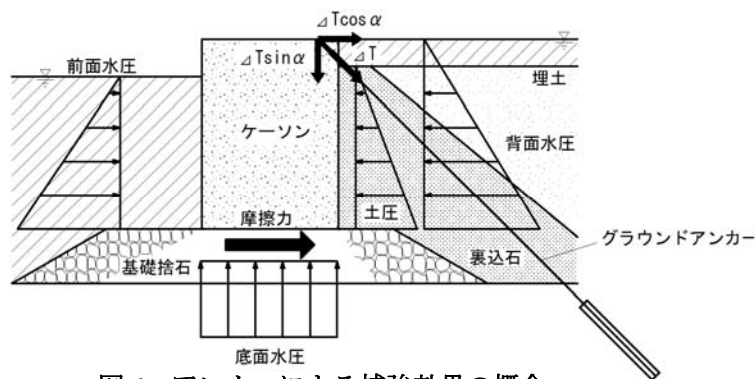


図4 アンカーによる補強効果の概念