グラウンドアンカーで耐震補強した重力式岸壁に関する振動台実験

五洋建設(株)	正会員	○吉田	誠
東亜建設工業(株)	正会員	田代	聡一
東洋建設(株)	正会員	合田	和哉
早稻田大学	フェロー会員	清宮	理

1. はじめに

グラウンドアンカーによる耐震補強は,耐震性能の見直しや増深化にともない重力式等の岸壁に適用されて いる.しかし,グラウンドアンカーで補強された岸壁の動的挙動に関する検討事例は少なく,岸壁変位の定量 評価にあたっては課題が残されている.本研究では,大型水中振動台による振動台実験を実施し,グラウンド アンカーによる重力式(ケーソン式)岸壁の耐震補強効果について検討を行った.なお,本研究は4機関によ る産学共同研究として実施したものである.

2. 実験概要

実験模型断面を図1に示す. 実験対象モデルとして,1995年 兵庫県南部地震で被災した岸壁 を参考に,堅固な地盤上に構築 されたケーソン式岸壁を想定し た.模型の縮尺は,モデル化の 範囲と土槽の大きさを考慮して 1/17とした.実験は,無対策の 場合とグラウンドアンカーによ る耐震補強を行う場合の2ケー ス実施した.実験土槽は長さ4m,

高さ 1.5m, 奥行き 1.5m の箱型の鋼製枠である. 岸壁直下 の基盤は,相馬硅砂 5 号にセメント 3%を配合して固化地盤 とした.ケーソン模型は,箱型の鋼殻内に中詰砂(相馬硅砂 5 号)を投入して製作し,紙面奥行き方向に 3 函配置した. 基礎捨石および裏込石にはそれぞれ単粒度砕石 4 号および 6 号を使用した.ケーソン背後の埋土(水中)は,相馬硅砂 5 号による相対密度 60%の中密地盤とし,液状化地盤を想定 した.埋土(気中)には単粒度砕石 7 号を使用した.グラウ ンドアンカーとして使用した直径 1.5mm の鋼製ワイヤは, 設置角度を 45 度とし,紙面奥行き方向に 6 本配置した.ア ンカーヘッドはケーソン天端に固定し,下端は土槽底面に 固定した.入力加振波には,周波数 10Hz,波数 50 波,最 大加速度 200Gal の正弦波を使用した.継続時間は模型スケ ールで 5 秒間,実物スケール換算で約 40 秒間となり,主要 動の継続時間が比較的長い地震動を想定した.



表1 宝翰材料

項目	材 料	備考	
ケーソン(殻)	鋼板	厚さ25mm	
ケーソン(中詰め)	相馬硅砂5号		
アンカー	鋼製ワイヤ	直径1.5mm	
基礎捨石	単粒度砕石4号	粒径 30mm-20mm	
裏込石	単粒度砕石6号	粒径 13mm-5mm	
埋土(水中)	相馬硅砂5号	Dr≒60%	
埋土(気中)	単粒度砕石7号	粒径 5mm-2.5mm	
基盤	相馬硅砂5号 +ヤメント3%配合	Dr≒80%	

表 2 計測項目

計測項目	計測機器	
水平変位	変位計	
鉛直変位	変位計	
水平応答加速度	加速度計	
張力	引張型荷重計	
鉛直変位	変位計	
水平応答加速度	加速度計	
過剰間隙水圧	水圧計	
	計測項目 水平変位 鉛直変位 水平応答加速度 張力 鉛直変位 水平応答加速度 過剰間隙水圧	

キーワード グラウンドアンカー, 耐震補強, 振動台実験, 重力式岸壁

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株)技術研究所 TEL 0287-39-2109

3. 実験結果および考察

実験結果の時刻歴波形を図2に示す.ケーソン天端加 速度(AH7)は、アンカーありのケースでは海側方向へ増加 する傾向を示しており最大 770Gal に達している. これは, ケーソンの海側への変位がアンカーによって拘束された 結果と推測される.埋土の地表面加速度(AH12)は、アン カーの有無にかかわらず、海側方向へ増加する傾向を示 している.これは、背後地盤が海側へ変位した際にケー ソンに追突し地震時土圧が増加したためと推測される. アンカーありのケースではアンカーによるケーソン変位 拘束効果によって地震時十圧がさらに増加し、加速度の 最大値が約 1200Gal にまで達したと推察される. 埋土の 過剰間隙水圧(W6)は、アンカーあり・なし両ケースとも 有効上載圧に漸近していることから地盤は軟化したと判 断され、ケーソンへの作用土圧が増加したと推察される. ケーソン水平変位(D1)は、過剰間隙水圧の上昇とともに 増加しはじめ、加振終了と同時に停止した. アンカーな しのケースではケーソンが概ね一定速度で変位している が、アンカーありのケースではケーソンの変位速度が 1.5 秒付近から減少した. アンカー張力(T)の時刻歴波形 の傾向はケーソン変位と類似していることから、ケーソ ン変位がアンカー張力に依存し、アンカーによりケーソ ン変位が抑制されたことが示唆される.以上より,ケー ソンの変位は、ケーソンに作用する慣性力、地震時土圧、 および埋土の軟化による土圧の増加に起因して発生し, アンカーによって耐震補強された場合、これらの作用に 対する抵抗力が増加しケーソン変位が抑制されたと推察 される.

岸壁の残留変位分布を図3に示す.アンカー ありのケースのケーソン水平変位(D1)は 20mm であり,アンカーなしの40mmと比較して5割 低減し,アンカーによる耐震補強の有効性が確²⁰ 認された.²⁰

4. まとめ

グラウンドアンカーで補強された重力式(ケ ーソン式)岸壁の振動台実験を実施し,以下の 知見が得られた.



図3 岸壁の残留変位分布 (変位倍率4倍)

- ①ケーソンの変位は、ケーソンに作用する慣性力、地震時土圧、および埋土の軟化による土圧の増加に起因して発生し、アンカーによって耐震補強された場合、これらの作用に対する抵抗力が増加しケーソン変位が抑制されたと推察される。
- ②アンカーによる耐震補強を行ったケースでは、アンカーなしのケースと比較して、ケーソンの残留水平変位 が5割低減し、アンカーによる耐震補強の有効性が確認された.