

ハイブリッドケーソン式岸壁の水中振動台実験 — 通常のケーソン式岸壁との比較実験 —

NKK基盤技術研究所 正会員 塩崎禎郎 運輸省港湾技術研究所 正会員 菅野高弘
NKK基盤技術研究所 正会員 本田秀樹 科学技術振興財団 正会員 巽裕一郎, 田中 剛

1. はじめに

ハイブリッドケーソン式岸壁は、通常のケーソン式岸壁と比べ、陸側フーチングを延ばして、函体幅を狭めたことを特徴としている。現行設計法では、壁体後趾を仮想背面として、フーチング直上の裏込部分を壁体の有効重量と見なしている。筆者らは、この仮定の地震時における妥当性について、水中振動台を用いた模型振動実験と有効応力解析により検証してきた¹⁾²⁾。本報告では、フーチング長さの違いによる影響を把握する目的で実施した、ハイブリッドケーソン式岸壁と通常のケーソン式岸壁の比較実験について述べる。

2. 実験概要

本実験では、設計水平震度 $K_h=0.15$ で設計した-10m 岸壁を対象とした。通常のケーソン式岸壁 (MODEL-A: ケーソン函体幅 8.5m, 陸側フーチング 1.5m) と、ハイブリッドケーソン式岸壁 (MODEL-B: ケーソン函体幅 5.0m, 陸側フーチング 5.0m) の2断面に対して、想定縮尺率 1/20 でモデル化した。模型断面図を、計測器の配置と合わせて図-1 に示す。模型断面形状は、フーチング長さの違いの影響を直接比較するため、壁体幅 (岸壁前面から仮想背面まで) と壁体の有効重量を等しくしている。そのため、現行の設計法では同等の耐震性能を有することになる。ケーソン模型は、アルミニウム製で、中詰砂および鋼板を入れて、重量と重心位置を調整している。また、アルミニウム版と碎石の摩擦係数は概ね 0.6 であることを予備実験で確認した。模型地盤は振動テーブルに間口 248cm, 長手方向 350cm, 高さ 150cm の鋼製土槽を設置して作成した。間口方向は、2 分割するように仕切版を設置して、2 断面の同時加振が行えるようにしている。海底地盤は相馬硅砂 5 号を密詰で作成し、埋立地盤は、相馬硅砂 5 号を水中落下法 (緩詰) で作成した。なお、地盤の作成方法の詳細に関しては、参考文献 2) を参照されたい。相似則は、水-地盤-構造物連成系の 1G 場における振動実験であるため、井合提案の相似則³⁾を用いた (表-1 参照)。入力地震動は、1968 年十勝沖地震の八戸波を相似則に即して時間軸を圧縮した波形を用い、振幅レベルを 1 倍 (170Gal) から 2 倍 (340Gal) まで変化させたステージ加振とした。最後に、破壊実験として、正弦波 (5Hz, 300Gal, 10 波) 加振を行った。

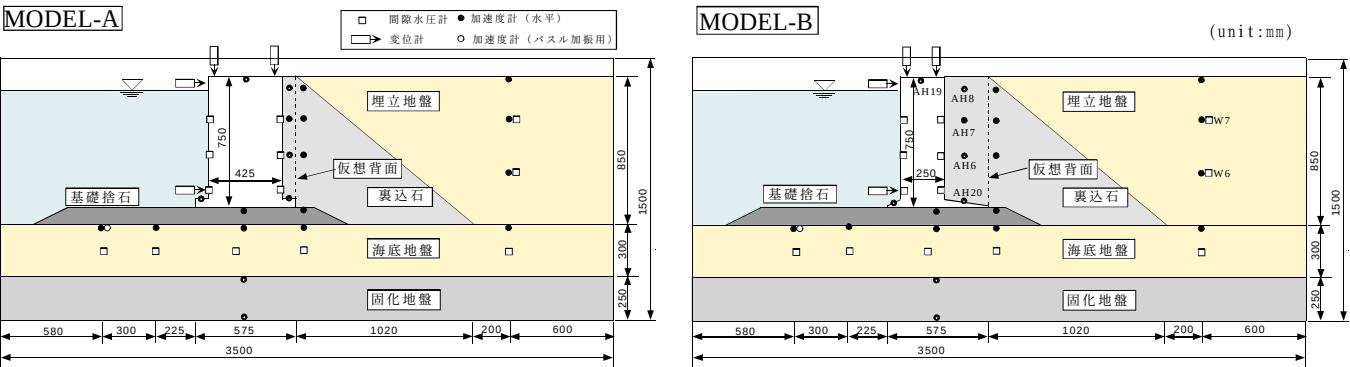


図-1 模型断面図

表-1 適用相似則

パラメーター	実物/モデル	縮尺比
長さ, 間隙水圧	λ	20.00
密度, 加速度	1.00	1.00
時間	$\lambda^{0.75}$	9.46
変位	$\lambda^{1.5}$	89.44

表-2 地盤の出来高

	海底地盤			埋立地盤			基礎捨石	裏込石
	γ_{sub} (kN/m^3)	e	Dr (%)	γ_{sub} (kN/m^3)	e	Dr (%)	γ_{sub} (kN/m^3)	γ_{sub} (kN/m^3)
MODEL-A	9.2	0.71	93	8.0	0.96	31	9.7	9.8
MODEL-B	9.2	0.71	93	7.9	0.99	25	9.7	9.8

γ_{sub} : 水中単位体積重量, e: 間隙比 Dr: 相対密度,

キーワード: ハイブリッドケーソン, 耐震性, 水中振動台実験

連絡先 : NKK基盤技術研究所 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町 1-1 TEL044-322-6222 FAX044-322-6519

3. 実験結果と考察

【加振前状況】加振前の模型地盤の出来高を表-2 示す。MODEL-A,B の地盤の単位体積重量，間隙比，相対密度は大差なく，ほぼ同一地盤が作成されたものと考えられる。また，地盤の出来高より求めた破壊震度は， $K_c(\text{MODEL-A})=0.154$ ， $K_c(\text{MODEL-B})=0.153$ となった。したがって，両者の耐震性の比較が可能である。

【ケーソンの変形特性】ケーソン天端の残留水平変位，作用震度 K_e ，埋立地盤の過剰間隙水圧比を合わせて図-2 に示す。耐震性能の目安となるケーソン天端の残留変形量から判断すると，MODEL-A と MODEL-B の耐震性能は，ほぼ同等であることが分かる。若干 MODEL-B の変形量が小さい原因としては，今回の実験だけでは断定できないが，裏込部分の砕石が振動エネルギーの吸収効果を有している可能性が挙げられる。また，ケーソンの変形モード（図-3：変形状態図）に関しても，両者ともケーソンと基礎捨石マウンドの接触面で滑動が卓越する同一のモードであることが分かる。

【フーチング直上の裏込部分の地震時挙動】MODEL-B のフーチング直上裏込部分の加速度応答波形を図-4 に示す。裏込部分の波形（AH6～8）は，フーチング上（AH20）およびケーソン天端（AH19）の波形と同位相であることが分かる。したがって，裏込部分はケーソンと一体となって挙動しているものと判断できる。

4. まとめ

ハイブリッドケーソン式岸壁と，通常のケーソン式岸壁の耐震性の比較を目的とした水中振動台実験を実施した。その結果，ケーソン天端水平変位と，変形モードから判断して，両者の耐震性能は同等であることが分かった。

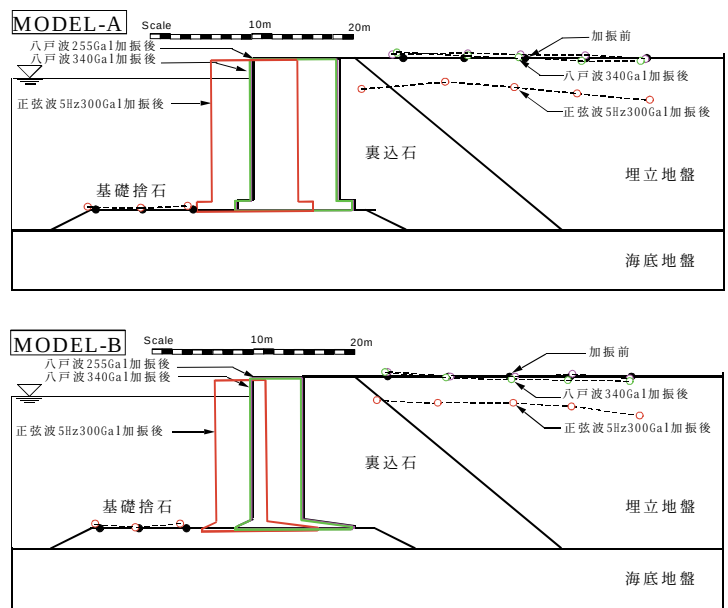
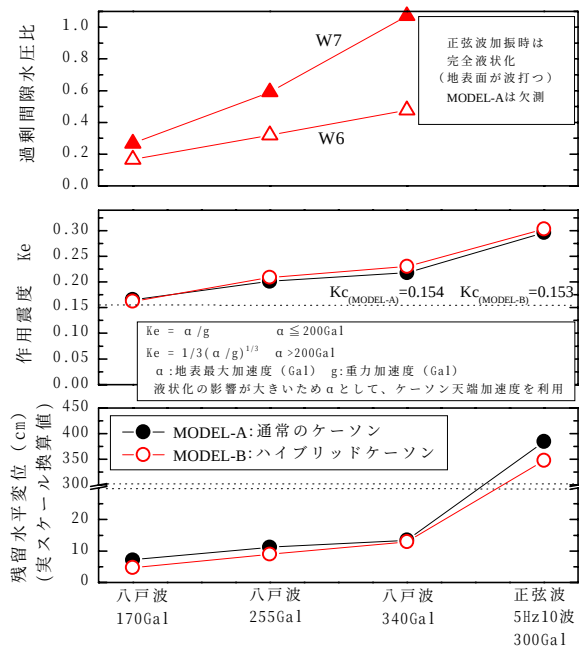


図-2 残留変形量，作用震度，過剰間隙水圧比

図-3 変形状態図

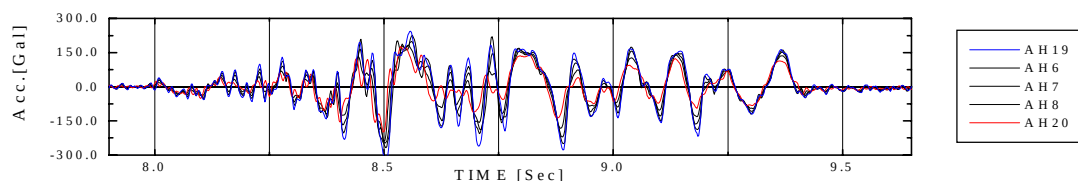


図-4 フーチング直上裏込部の加速度応答時刻歴（八戸波 340Gal 加振）

＜参考文献＞ 1) 塩崎禎郎,菅野高弘,山本俊介,田中 剛,関口宏二：長フーチングを有するケーソン式岸壁の地震時挙動について，第25回地震工学研究発表会講演論文集，pp.977-980，1999. 2) 塩崎禎郎,菅野高弘,本田秀樹,巽裕一郎,田中 剛,関口宏二：重力式岸壁の地震時挙動に関する水中振動台実験，構造工学論文集 Vol.46A，pp.965-976，2000. 3) Susumu Iai: Similitude for Shaking Table Tests on Soil-Structure-Fluid Model in 1G Gravitational Field, Report of the Port and Harbour Res. Inst., Vol.27, No.3, pp.3-24, 1988.