

浮遊ケーソンの波浪動揺特性に与えるフーチングの影響に関する一考察

名古屋大学工学部	学生会員	○永山直人
名古屋大学大学院工学研究科	正会員	中村友昭, 趙 容桓
名古屋大学大学院工学研究科	フェロー	水谷法美
東亜建設工業株式会社	正会員	倉原義之介, 武田将英

1. **はじめに** : 防波堤などに用いられるケーソンの据付作業は, うねり性の波浪や高波浪の影響により困難な作業になることが多く, その作業効率が低下する傾向にある. そのため, 浮遊ケーソンに対する効果的な動揺低減手法の確立が望まれている. その一つとして, ケーソンの底面部に設置されるフーチングと呼ばれる部材によって, ケーソンの動揺が抑えられることが様々な研究や実際の施工現場において確認されている. ただし, フーチング幅がケーソンの動揺に与える影響に対する検討は限られていることから, 本研究では, フーチング付きケーソンにおける動揺量とフーチング幅の関係を水理実験により検討する.

2. **水理実験の概要** : 水理実験として, 自由動揺実験と強制動揺実験を行った. 自由動揺実験では, フーチング幅を変化させて, 静水下でのケーソンの固有周期を求めた. 強制動揺実験では, 作用波の周期とフーチング幅を変化させて, ケーソンの動揺特性を考究した. 図-1 に実験装置の概略図を, 図-2 にケーソン模型の概略図を示す. ここで, ケーソン模型は塩化ビニル製の幅 0.30 m, 奥行き 0.34 m, 高さ 0.26 m の矩形浮体であり, 重心と喫水の調整のために内部に錘 (図-2 黒塗り部) を固定した. 自由動揺実験では, 図-3 に示すように, 水槽内にケーソンを無係留状態で浮かべ, ケーソンの中央または片側を 20~50 mm 垂直に持ち上げ保持した. そして, 静水状態になった後, 持ち上げていたケーソンを瞬時に解放し, Heave または Pitch 方向の自由動揺を与えた. このとき, ケーソンをハイスピードカメラにより撮影し, 画像解析によりケーソンの動揺を求めた. 一方, 強制動揺実験では, 水槽内に無係留状態で浮かべたケーソンに波高 $H_i = 30$ mm, 周期 $T_i = 1.13 \sim 3.96$ s の 6 パターンの入射波を作用させた. このとき, 自由動揺実験と同様にハイスピードカメラにて撮影するとともに, ケーソンの沖側と岸側での水位変動の計測も行った. ケーソンの片側フーチング幅 b_f は, 0, 20, 30, 40, 60 mm の 5 パターン変化させた.

3. **実験結果及び考察** : 自由動揺実験に関して, 図-4 に Heave ζ と Pitch β の時間変化の一例を示す. ここで, t は時刻を表す. 図-4 より, ζ も β もほぼ一定の周期で変動しており, またその変動は時間の経過とともに減衰していることが確認できる. これらの結果より Heave の固有周期 T_{heave} と Pitch の固有周期 T_{pitch}

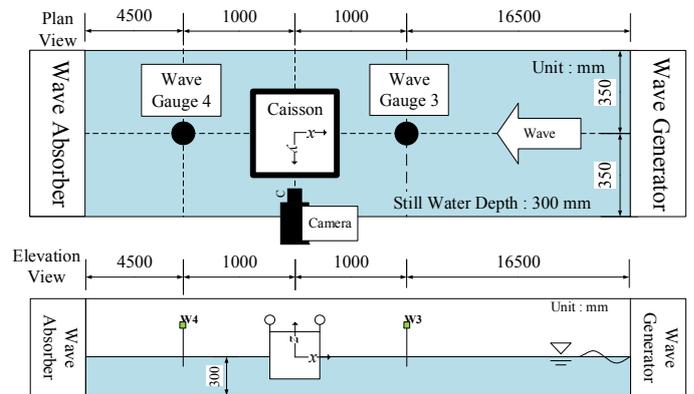


図-1 実験装置の概略図 (W3, W4 : 水位計)

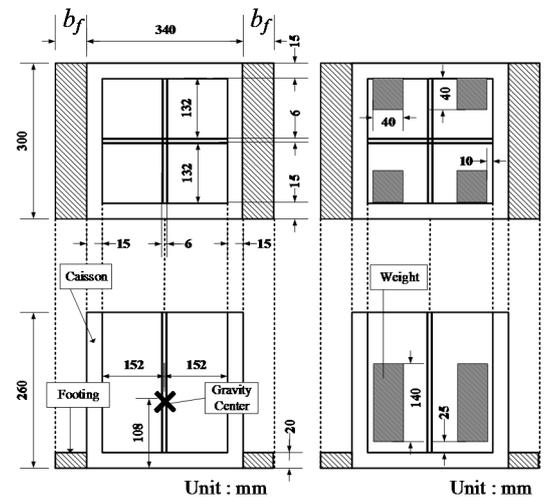


図-2 ケーソン模型の概略図

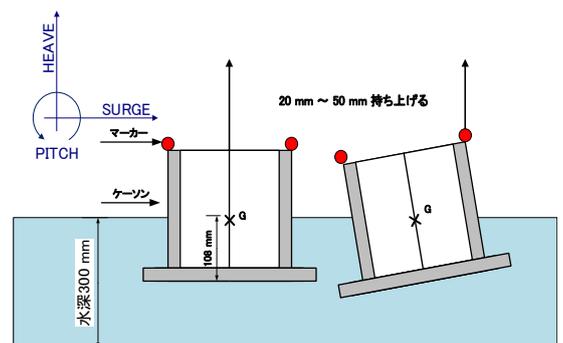


図-3 自由動揺実験の実験方法

を求めた結果を図-5 に示す。ここで、 B はフーチングを除くケーソンの幅を表す。図-5 より、 $b_f/(B+2b_f)$ の増加とともに、 T_{pitch} が大きくなる傾向があることが分かる。また、図-5 に示すように、 T_{heave} も $b_f/(B+2b_f)$ とともに増加する傾向が認められるものの、その増加は T_{pitch} と比べて小さい。これは、藤田ら (1983) の研究によって確認されている結果に対応する。以上より、 T_{pitch} はフーチング幅の影響を強く受けることが明らかになった。

続いて、強制動揺実験について、Heave ζ の時間変化を図-6 に例示する。同図より、すべてのフーチング幅 b_f の結果がほぼ重なっており、 ζ に与える b_f の影響は小さいことが分かる。また、入射波の周期 T_i が長くなると、 ζ に倍周波数成分が見られることも確認できる。これらの結果から Heave の全振幅 ζ_{amp} と Pitch の全振幅 β_{amp} を求めた結果を図-7 に示す。図-7(a) より、 $b_f/(B+2b_f)$ による ζ_{amp}/H_i の変化は小さいことが分かる。これは、上述した T_{heave} に与える $b_f/(B+2b_f)$ の変化が小さいことと対応していると考えられる。一方、図-7(b) より、 $b_f/(B+2b_f)$ ごとに $\beta_{amp}/(B+2b_f)/2H_i$ の変化の傾向が異なっていることが分かる。これは、上述した T_{pitch} の影響を受けていると推測される。したがって、作用する波の周期に応じて、Pitch を抑えられる効果的なフーチング幅が異なることが示唆される。

4. おわりに: 本研究では、フーチング幅を変化させたケーソンに自由動揺と強制動揺を与え、浮遊ケーソンの動揺に与えるフーチング幅の影響を考究した。その結果、フーチングの長さの違いによる固有周期の変化と、入射波周期の違いによるケーソンの動揺特性の差異を明らかにした。引き続き検討を行っていく所存である。

参考文献：[1] 藤田・阪東・志岐・中込・利穂 (1983)：矩形構造物の動揺および係留に関する研究，海洋工学講演会論文集，Vol. 30，pp. 445-449. [2] 江口・武田・岩本・松田 (2017)：減揺タンクを用いた浮遊ケーソンの動揺特性に関する自由動揺実験，土木学会論文誌 B2 (海岸工学)，Vol. 73，No. 2，pp. I_979-I_984.

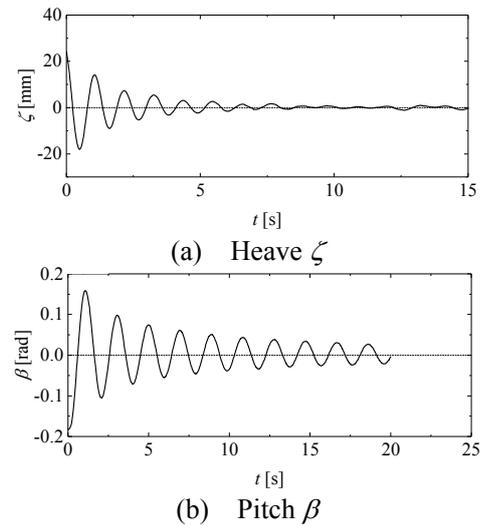


図-4 自由振動実験におけるケーソンの動揺の一例 ($b_f = 40$ mm)

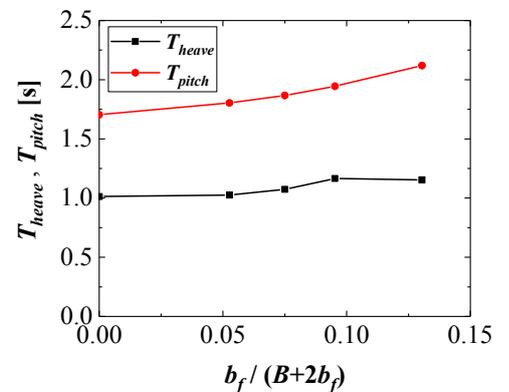


図-5 ケーソンの Heave の固有周期 T_{heave} と Pitch の固有周期 T_{pitch}

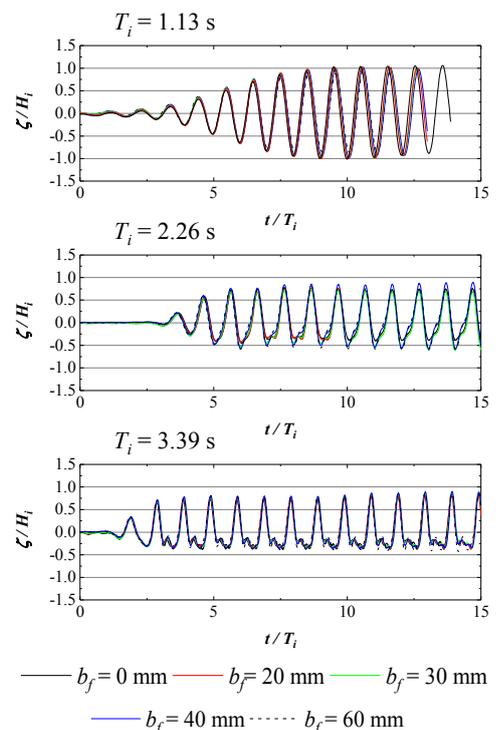
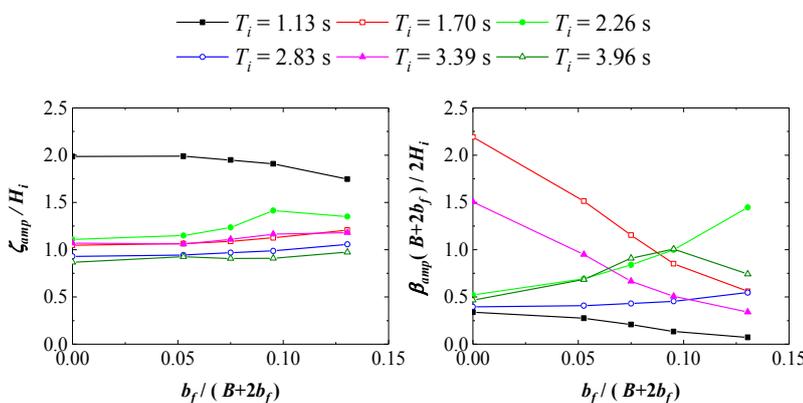


図-6 強制振動実験における Heave ζ の時間変化の一例



(a) Heave の全振幅 ζ_{amp} (b) Pitch の全振幅 β_{amp}

図-7 強制振動実験におけるフーチング幅の影響