

津波越流時における新しい防波堤港内側補強工法の安定性

日建工学株式会社 正会員 ○松下 紘資
 日建工学株式会社 金子 靖祐
 日建工学株式会社 藤瀬 晋也

1. はじめに

津波に対する防波堤の新しい港内側補強工法として、間瀬ら¹⁾は図-1に示すようなカウンターウェイトブロック（以下、CWB と記す）を提案しており、松下ら²⁾によってその効果が示されている。しかしながら、これまでの水理模型実験は孤立波を用いたものであり、継続して作用しかつ越流を伴う条件に対する実験は実施されていない。そこで本研究では、継続して作用する津波越流を用いた水理模型実験を実施し、CWB 自身の安定性能の評価を行った。さらに、CWB 背後に設置された被覆ブロックの安定性能について、港内側捨石マウンドを堤体高さの1/3まで嵩上げする工法（以下、嵩上げ工法と記す）の被覆ブロックとの比較を行った。

2. 水理模型実験の概要

実験は、2次元水路に水中ポンプを設置して水を循環させ、継続的に越流を堤体に作用させることができる装置を用いて実施した。模型縮尺は1/50とした。図-2に示すように、小断面と大断面の2種類の断面を対象に実験を実施した。CWBは、縦・横60mm×高さ30mm、質量156g（実物20t）と縦・横50mm×高さ25mm、質量91g（実物12t）の2種類の模型を使用した。また、港内側被覆ブロックは、縦・横34mm×高さ18mm、質量18g（実物2t）と縦・横54mm×高さ28mm、質量75g（実物10t）の2種類の模型を使用した。マウンド石は1.0g~3.8g（実物0.1t~0.5t）、CWBの中詰め石は0.1g~1.0g（実物0.01t~0.1t）の石材を使用した。

津波の越流水深は、現地量で0.5mからスタートし、0.5m刻みでブロックが被災するまで増加させていった。越流の継続時間は、現地量で約15分とした。実験ケースを表-1に示す。CWBの設置数は、1個、3個（階段状）、4個（2列2段）とした。

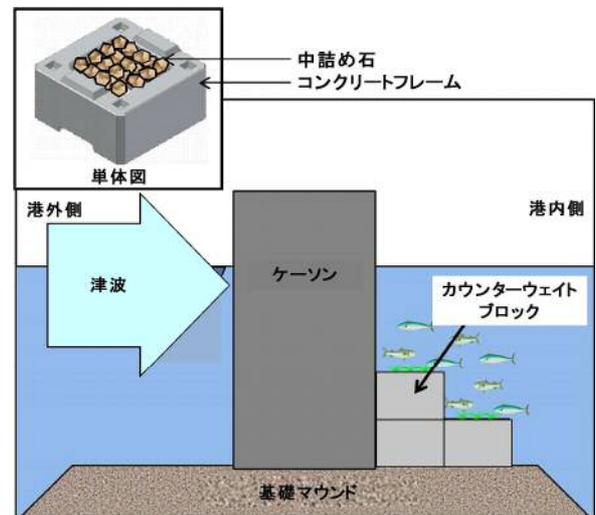
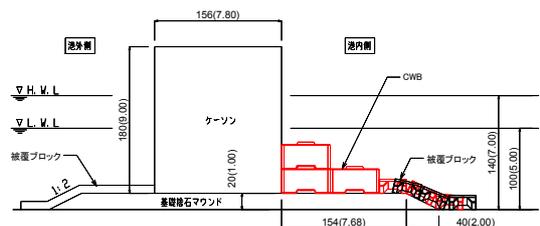
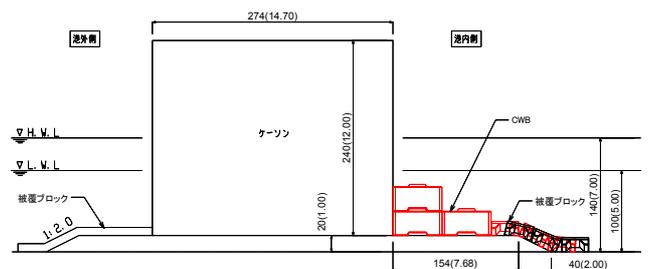


図-1 CWB 単体と設置イメージ



(a) 小断面



(b) 大断面

図-2 実験断面図 (CWB を 3 個設置した例)

表-1 実験ケース

ケース 1	ケース 2	ケース 3
CWB1 個	CWB3 個	CWB4 個

キーワード 津波, 越流, 防波堤, 港内側補強, カウンターウェイトブロック, 安定性

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-10-1 日建工学株式会社技術部 TEL03-3344-6811

3. 結果と考察

表-2 に各ケースに作用させた最大の越流水深を示す。本実験では、全てのケースにおいて CWB は微動・飛散しなかった。これは、越流水深が大きくなるにつれて落下位置が堤体から離れていくため、打ち込みによる CWB への影響が軽減されること、また、CWB は孔があるので流れの影響を受けにくい構造であることが優位に働いたためと考えられる。このように CWB は津波越流に対する安定性が非常に高いことから、堤体を粘り強くする港内側の補強工法として適していることが分かった。

CWB 背後の被覆ブロックの実験結果を図-4 に示す。実験結果は三井ら³⁾を参考にまとめた。横軸は d/H (図-3 参照)、縦軸は安定数 N_s を表している。破線は、先に実施されている嵩上げ工法における同型被覆ブロックの実験結果⁴⁾である。また、港内側の水位上昇をゼロとして大断面と小断面の HWL と LWL 時の両工法における d/H を計算し、それぞれの N_s を計算した結果を表-3 に示す。被覆ブロックの N_s は、すべてのケースで CWB の方が嵩上げ工法よりも大きな値が得られた。すなわち、CWB の方が嵩上げ工法よりも被覆ブロックが安定しており、基礎マウンドの安定性を向上できることが分かった。

4. おわりに

本実験では、津波越流に対して CWB 自身が非常に高い安定性能を有しており、防波堤を粘り強くする港内側の補強工法として適していることが確認された。また、CWB を用いることで、嵩上げ工法に比べ基礎マウンドの安定性を向上させることが分かった。

参考文献

- 1) 間瀬肇, 平石哲也, 川田達也, 行本卓生, 徳永誠之, 松下紘資: 偶発波浪対策としてのカウンターウェイトブロックの開発, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.67, No.2, pp.I_696-I_700, 2011.
- 2) 松下紘資, 平石哲也, 間瀬肇, 岸本治: 偶発作用に対するカウンターウェイトブロックの性能評価に関する実験的研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.70, No.2, pp.I_468-I_473, 2014.
- 3) 三井順, 松本朗, 半沢稔, 灘岡和夫: 防波堤港内側マウンド被覆材の津波越流に対する安定性照査方法の提案, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69, No.2, pp.I_956-I_960, 2013.

表-2 CWB に作用した最大の越流水深 (※限界値ではない)

CWBサイズ	CWB数量	断面	潮位	最大作用越流水深
20t型	1	大	H.W.L	2.9m
			L.W.L	3.0m
		小	H.W.L	3.4m
			L.W.L	3.1m
	3	大	H.W.L	4.8m
			L.W.L	3.5m
		小	H.W.L	3.1m
			L.W.L	3.1m
4	大	H.W.L	4.9m	
		L.W.L	3.0m	
	小	H.W.L	3.4m	
		L.W.L	3.2m	
12t型	3	小	H.W.L	3.7m
			L.W.L	1.8m
	4	小	H.W.L	3.3m
			L.W.L	2.8m

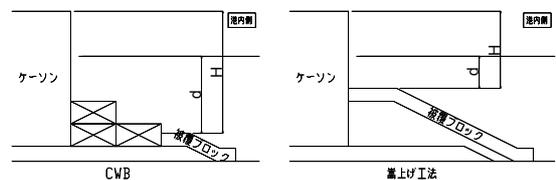


図-3 d と H の取り方

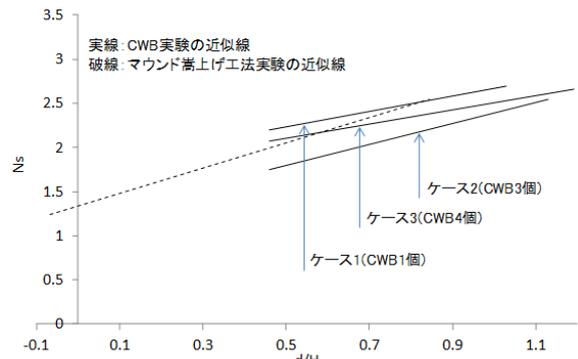


図-4 被覆ブロックの d/H と N_s の関係

表-3 安定数 N_s の計算結果

断面	工法	潮位	d/H	N_s	
小	マウンド嵩上げ	HWL	0.42	1.93	
			SPF1個	0.63	2.34
			SPF3個		1.94
			SPF4個		2.20
	マウンド嵩上げ	LWL	0.03	1.37	
			SPF1個	0.39	2.13
			SPF3個		1.66
			SPF4個		2.01
大	マウンド嵩上げ	HWL	0.16	1.56	
			SPF1個	0.46	2.19
			SPF3個		1.74
			SPF4個		2.06
	マウンド嵩上げ	LWL	0.12	1.50	
			SPF1個	0.28	2.03
			SPF3個		1.52
			SPF4個		1.92

4) 津波越流に対する防波堤腹付マウンド被覆ブロックの所要質量算定マニュアル, 漁港漁場新技術研究会, p28, 2014.