

護岸の安定性に関する研究

港湾空港技術研究所 正会員 ○鷲崎 誠, 有川 太郎, 水谷 雅裕
国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所 木村 道夫

1. 研究背景

1.1 背景

近年、波浪外力が既存の知見との急激な変化が見られることもあり、既存の知見に基づく方法だけでは対処できない場合が多く存在するようになった。さらに、それに伴った被災が発生しているが、護岸など構造物本体だけではなく、その背後地においても洗掘や吸い出しによる連鎖的な倒壊が報告されており、被災発生メカニズムの解明及び適切な対策工の提案が急務である。

1.2 研究の目的

本研究では、過去に台風による高潮・高波により被災した瀬戸内海沿岸に存在するもたれ式護岸をモデル断面とし、被災発生メカニズムの検証及び護岸の安定性に関する大規模水理模型実験を行う。

2. 研究の方法

2.1 実験方法

実験は、図-1 に示す大規模波動地盤総合水路（延長 184m、深さ 12m、幅 3.5m）を用い、水平・垂直縮尺ともに 1/3 の模型にて行った。実験断面は、図-1 に示すとおり、砂地盤層の上に基礎マウンド及び被覆ブロックを設置し、もたれ式護岸模型を据え付け、背後には裏込石を投入した。なお、基礎マウンド及び裏込石は、粒径 50-150mm 程度の碎石を使用し、模型と水路側壁との間には、水路保護のために直方体ブロックを設置した。また、目地部に見立てた模型と直方体ブロックの隙間から裏込石の吸出しがある場合とない場合による模型の安定性を比較するために、模型の背面部に取り外し可能なゴム板を設置した。実験ケースは、表-1 に示すとおり、水深を変えて規則波（周期 4~6s、15~10 波(1 分間)：現地換算 6.9~10.4s）と津波（周期 20s：現地換算 34.6s）にて行った。計測機器は、水路壁面に波高計・模型の前面に波圧計・模型背面及び底面に間隙水圧計・レーザー変位計を配置した。また、造波後には、図-2 に示すとおり、基礎マウンド及び裏込石の天端高を計測した。

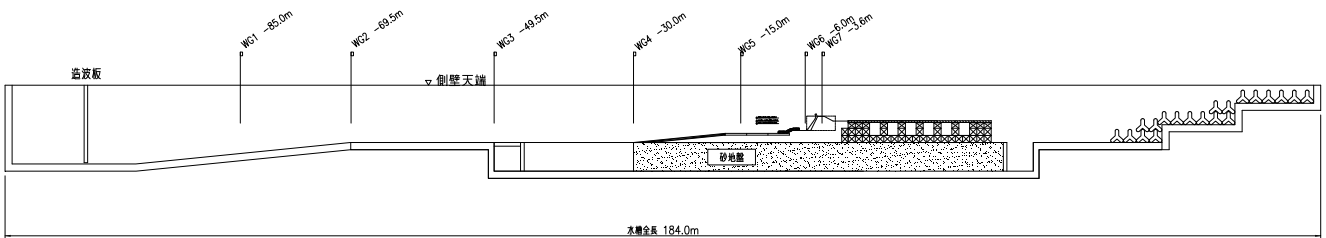


図-1 実験水路及び実験模型

2.2 実験結果

(1) 裏込石の吸い出しおよび変形

写真-1 は、ゴム板ありの実験前後の状況である。裏込石の吸い出しは無いため模型はほとんど後傾していない。写真-2 は、ゴム板なしの実験前後の状況である。模型は、ゴム板ありに比べ大きく後傾し、模型の天端は鉛直方向に約 350mm、水平方向に約 417mm 変位した。裏込石が目地部に挟まっていたため、吸い出しは発生していたと思われるが、図-2 に示すとおり、基礎マウンドの天端高はさほど高くなっておらず、吸い出しされた量は少なかった。一方、写真-3 に

表-1 実験ケース

ゴム板	h (m)	T (s)	H (cm)	対象波	備考		
あり	3.14	4	20, 30, 40	風波			
		5	20, 30, 40				
		6	20, 30, 40				
	2.93	4	20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90				
		5	20, 30, 40, 50				
		6	20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90				
	2.65	4	20, 30, 40, 50				
		5	20, 30, 40, 50				
		6	20, 30, 40, 50				
	なし	3.14	4		40, 60	津波	押し波
			5		20, 55		引き波
		2.93	20		35, 60		押し波
20			65	引き波			
2.65		20	35, 60	押し波			
		20	65	引き波			
なし	3.14	4	90, 110	風波			
		6	90, 110				
	2.93	6	70, 90				
		20	65				
3.14	20	100	津波	押し波			
	20	110		引き波			

※H: 風波対象波の場合は波高、津波対象波の場合は津波高(静水面上の水位)

キーワード 高潮, 高波, 被災発生メカニズム, もたれ式護岸, 吸い出し, 越波

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 耐波研究チーム TEL046-844-5043

示すとおり、背後の裏込石が飛散し天端が下がっていた。これは、ゴム板ありに比べなしの実験波高が大きいため、越波量が多くなったことが原因である。また、図-2に示すとおり、天端高計測結果では目地部となる両側が特に低くなっていた。これは、図-3に示すとおり、波が繰り返し作用することで模型が動揺し、その結果、裏込石と模型の間に生じた隙間に裏込石が落ち込んだことによるものと思われる。

(2) 変位量と間隙水圧

図-4は、ゴム板ありとなしでの同じケースにおける沖岸方向の変位と間隙水圧である。この図より、ゴム板なしの場合は、模型の動揺に加え、模型側面からの通水が可能となることで模型背後の水位が変動し、裏込石が動きやすい状況になっていたことが考えられる。

3. 結論

実験結果から、①波の作用による護岸の動揺と背後水位の変動による裏込石の落ち込み、②越波による裏込石の飛散により護岸の支えの損失、①と②の繰り返しによる護岸の倒壊という被災発生メカニズムがわかった。また、護岸の目地部は、吸い出しを引き起こすだけではなく、水の通り道になり背後の間隙水圧に影響を与えるため、護岸の安定性を検討していく上で考慮すべき要素の一つである。なお、今回の水理模型実験は、もたれ式護岸本体は破壊しない場合で実施したが、波返し部にはうち継ぎ目を有しているため、今後の課題としては、うち継ぎ目の破壊メカニズムも含めた護岸の安定性についても検証も行う必要がある。



写真-1 ゴム板あり実験前後の模型状況 (左: 実験前, 右: 実験後)



写真-2 ゴム板なし実験前後の模型状況 (左: 実験前, 右: 実験後)



写真-3 ゴム板なし実験前後の模型背後状況 (左: 実験前, 右: 実験後)

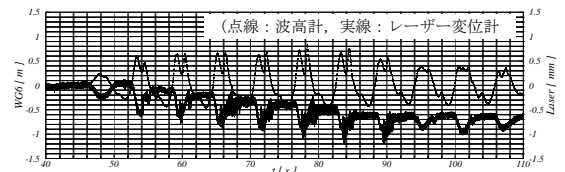


図-3 波高計とレーザー変位計時系列 (対象波: $h=2.93m$, $T=5s$, $H=50cm$)

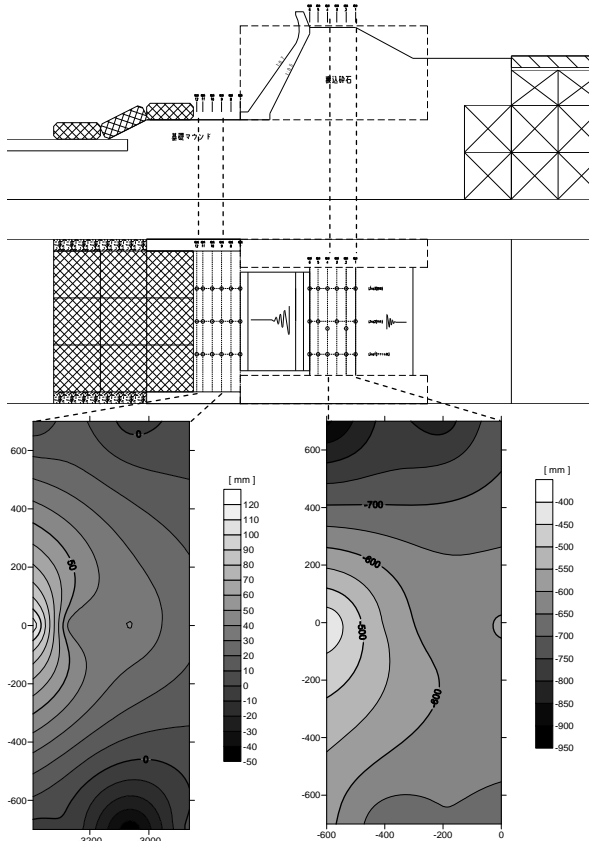


図-2 天端高計測位置と実験後の地盤変化

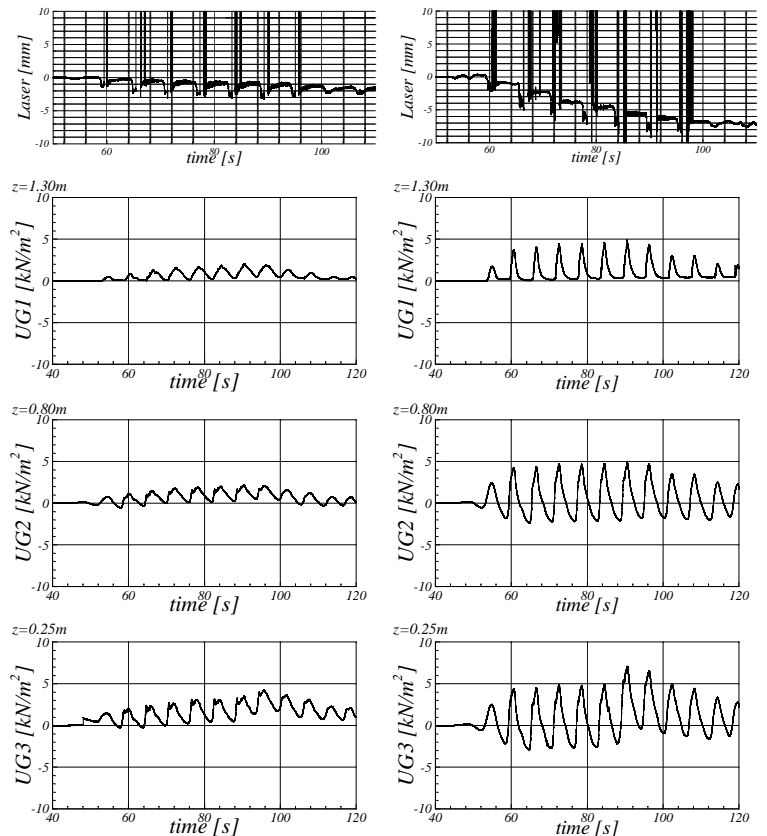


図-4 ゴム板あり(左列)となし(右列)のレーザー変位計と間隙水圧計時系列 (対象波: $h=2.93m$, $T=6s$, $H=70cm$)