

簡易越波対策工の係留索に作用する張力の基本的特性に関する水理模型実験

九州大学 学生会員 ○坂本 聡太, 中谷 和博

九州大学 正会員 山城 賢

九州大学 児玉 充由

東亜建設工業(株) 正会員 原 知聡, Ain Natasha Baiqis,

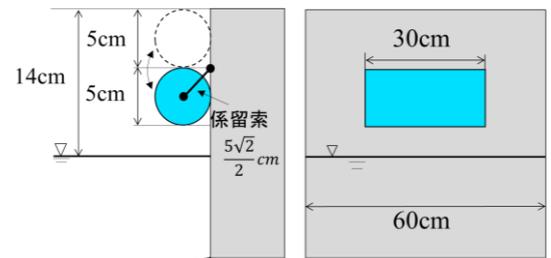
倉原 義之介, 武田 将英

1. はじめに

地球温暖化による台風の強大化や海面上昇の影響により、将来的に越波の発生頻度が高まり、これまでは生じていなかった護岸においても越波が発生するようになると考えられる。このような越波被害の増大の対策としては、護岸の嵩上げや消波工の設置などが考えられるが、設置する空間や地形の制約、社会情勢の変化に伴う国や自治体の財政悪化などにより、これらの対策工を新設するのは困難な場合もある。以上の観点から、中谷ら^{1), 2)}は、既存の直立護岸に図-1に示すような円柱状のものを係留する低コストかつ簡易な越波対策工（以後、簡易越波対策工と呼ぶ）を提案し、不規則波を用いた水理模型実験により大きな越波低減効果が期待できることを示した。また、山城ら³⁾は係留索にかかる張力について検討を行っている。しかし、将来的に本対策工を実用化するためには、係留索に作用する張力をより詳細に把握することが必須である。本研究では、入射波の条件と簡易越波対策工の係留索に作用する張力の関係を把握するため、水理模型実験を行った。



図-1 簡易越波対策工



2. 簡易越波対策工の概要

本対策工は、小規模な越波を対象としており、図-1や図-2（上図）に示すような円柱状の物体を2本の係留索で既存の直立護岸に吊り下げるもので波に追従して上下に動く。この構造により、運搬や施工、交換、維持管理が容易に行え、陸側からの景観も妨げないなどの利点がある。

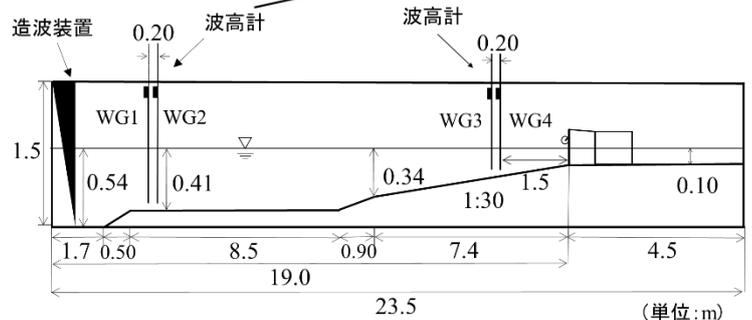


図-2 断面2次元造波水路と簡易越波対策工

3. 水理模型実験の概要

3.1 実験条件

図-2に示す断面2次元造波水路(長さ23.5m×高さ1.5m×幅0.6m)に縮尺1/45の模型護岸を設置し、発泡スチロール製の対策工(直径5cm,長さ30cm,重さ38.71g)を釣り糸(4号)により係留して、護岸の内部に設置したひずみゲージにより係留索に作用する張力を計測した。サンプリング周波数は1,000Hzとした。また、図-2に示す位置に波高計を設置し、サンプリング周波数10Hzで水面変動を計測した。入射波は瀬戸内海における2020年台風10号来襲時の波浪観測デ

表-1 入射波条件

	T(s)	H ₀ (cm)	H(cm)
Case1	0.745	6.67	6.59
Case2	1.04	6.67	6.21
Case3	1.34	6.67	6.11
Case4	0.745	8.89	8.79
Case5	1.04	8.89	8.28
Case6	1.34	8.89	8.16
Case7	0.745	11.1	11.0
Case8	1.04	11.1	10.4
Case9	1.34	11.1	10.2

一タを参考に、表-1 に示す 9 種の規則波とした。なお、表中の H は造波装置前（水深 0.41m）での浅水変形を考慮した波高である。

3.2 波高と張力の時間変化

図-3 は Case3 における WG3（護岸から 1.7m）、WG4（護岸から 1.5m）での波高の変化であり、横軸は計測した波の順番である。また、図-4 には対策工の両端の係留索に作用した一波毎の最大張力を示す。SG1 は海側から護岸を見て右側、SG2 は左側の係留索である。実験は断面 2 次元水路で規則波を用いて行っているが、波が護岸に作用した後の時間の経過に伴って、3 次元的な水面変動が生じ、波高や張力が一定ではなくなる。そこで、全てのケースで一波毎の波高と張力の変化を確認し、比較的安定している 5 波目から 10 波目を検討対象として、以降の検討では、その平均値をもとに議論することとした。

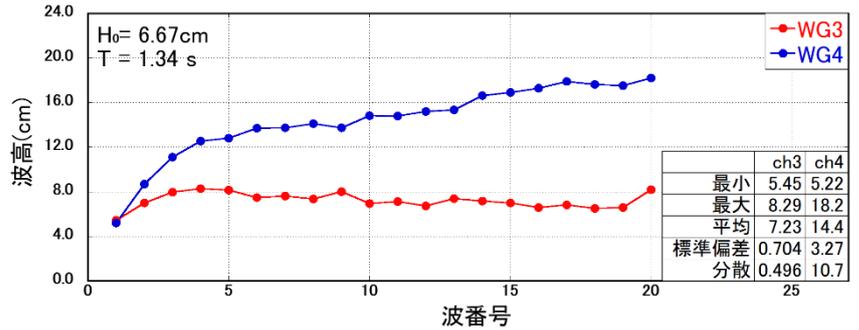


図-3 波高の変化 (Case3)

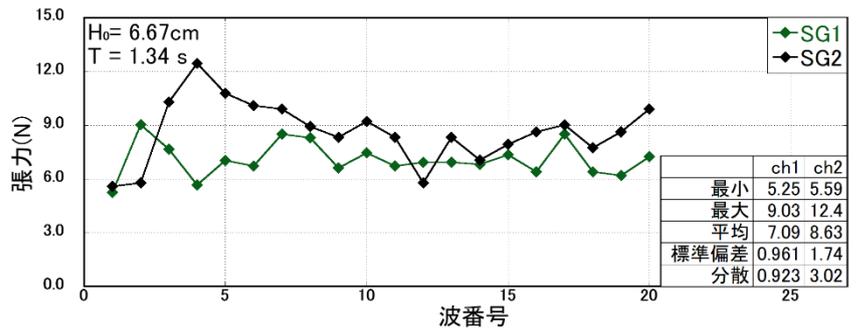


図-4 最大張力の変化 (Case3)

3.3 入射波と張力の関係

図-5 に沖波波高に対する張力の変化を示す。横軸は沖波波高である。SG1 と SG2 の張力で最大 2.5N 程度の違いがみられるが、これは水路内の波の 3 次元性によるものと考えられる。この図より、周期 T が 0.745s の場合、他の周期の入射波に比べて、波高が大きいと係留索に作用する張力が小さくなっている。一方、1.04s、1.34s のケースでは沖波波高の増加に対して張力の変化は小さい。これは、周期が長い波ほど沖波波高が増加しても護岸に作用する砕波後の波は同程度となるためと考えられる。

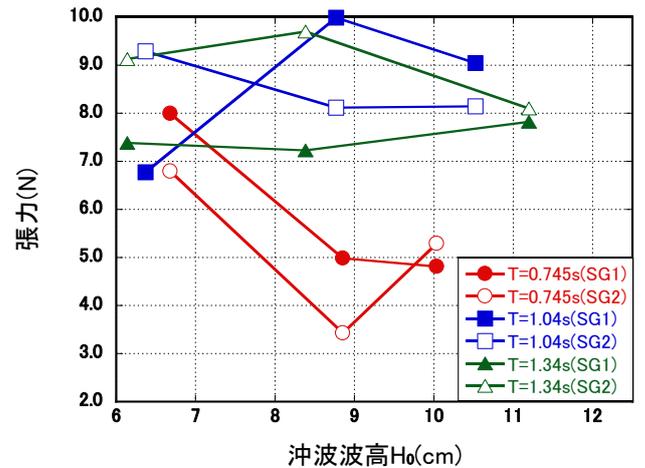


図-5 沖波波高に対する張力の変化

4. おわりに

本研究では、入射波の条件と簡易越波対策工の係留索に作用する張力の関係を把握するため、規則波を用いた水理模型実験を行った。その結果、周期が長くなるにつれて沖波波高に対する張力の変化は小さくなり、沖波波高が増加しても作用張力は一定の値を示す傾向がみられた。本対策工を実用化するうえで係留索に作用する最大張力を詳細に把握することは必須であるため、本研究で得られた結果をもとに、今後はより多くのデータを蓄積し、検討を重ねる必要がある。

【参考文献】

- 1) 中谷 和博, 山城 賢, 児玉 充由, 武田 将英, 倉原 義之介, 原 知聡, 西山 大和(2019): 新たな越波対策工の提案とその効果に関する基礎的研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.75, No.2, pp.I_145-I_150.
- 2) 中谷 和博, 山城 賢, 児玉 充由, 武田 将英, 倉原 義之介, 原 知聡, 西山 大和(2019): 簡易越波対策工の係留索に作用する張力に関する基礎的研究, 令和元年度土木学会全国大会年次学術講演会概要集 CD-ROM
- 3) 山城 賢, 柴田雄也, 中谷 和博, 児玉 充由, 原 知聡, Ain Natasha Balqis, 倉原 義之介, 武田 将英(2020): 簡易越波対策工の越波低減効果と作用張力に関する実験的研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.76, No.2, pp.I_97-I_102.