

簡易越波対策工の越波低減効果と作用張力に関する基礎的研究

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 Balqis,  
 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<sup>1), 2)</sup>、山城ら<sup>3)</sup>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、その効果等について検討している。本研究では、簡易越波対策工の実用化に向けて、設計上必要となる規則波に対する係留索に作用する張力と越波低減効果の変化を把握することを目的に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略

本対策工は小規模な越波を対象としており、図-1や図-2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。

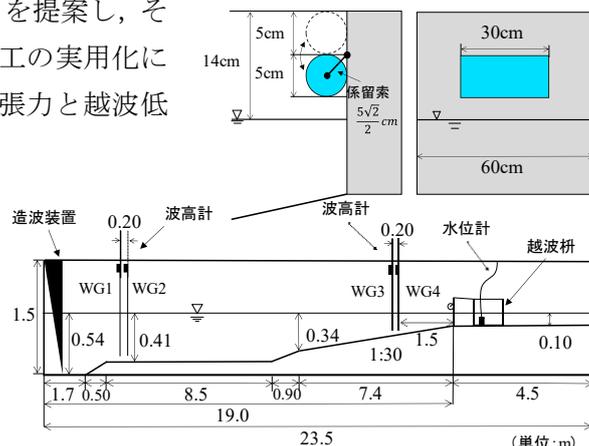


図-2 断面2次元造波水路と簡易越波対策工

3. 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。さらに、護岸背後に越波枡を設置し越波量を計測した。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ータを参考に、表-1に示す9種の規則波とし、各ケース5回ずつ計測を行った。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。

表-1 入射波条件

	T(s)	H <sub>0</sub> (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

4. 実験結果

図-3に沖波波高に対する張力の変化を示す。張力は波高が一定になっているとみられる5波目から10波目までの一波毎の最大張力を抽出しており、平均張力はその平均値を5回の計測でさらに平均したもので、最大

キーワード 簡易越波対策工 水理模型実験 係留索 張力  
 連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744 ウェスト2号1003号室 沿岸海洋工学研究室 TEL092-802-3415

張力は各ケースで生じた最大値である。本実験の範囲においては最大で12.8N（現地換算1166kN）の張力が作用しており、どのケースにおいても最大張力は平均張力の1.5倍程度であった。この図より、周期が短い0.745sの場合、他の周期の入射波に比べて係留索に作用する張力が小さく、沖波波高に対して下に凸の変化を示している。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。これは沖波波高がある程度以上大きくなると図-4に示すように砕波が生じ、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ほぼ同程度となるためと考えられる。図-5に沖波波高に対する無次元越波流量と越波流量低減率を示す。無次元越波流量は張力と同様に5波目から10波目までの越波流量を対象とした。図中には、富永・佐久間<sup>4)</sup>の越波量算定図から読み取った値を無次元越波流量に換算したものを併せて示している。図より、全ケースにおいて本対策工による越波流量低減効果が確認され、特に周期が長い波で効果が大きいことがわかる。なお、直立護岸で周期が1.04s、1.34sの場合に、沖波波高が最大のケースよりも中程度のケースで無次元越波流量が非常に大きくなっているが、これは波高が最大のケースでは沖で砕波が生じているのに対し、波高が中程度のケースでは護岸の直前で砕波が生じ、打上げ高が大きくなるためと考えられる。そのような場合においても本対策工は十分に効果を発揮している。

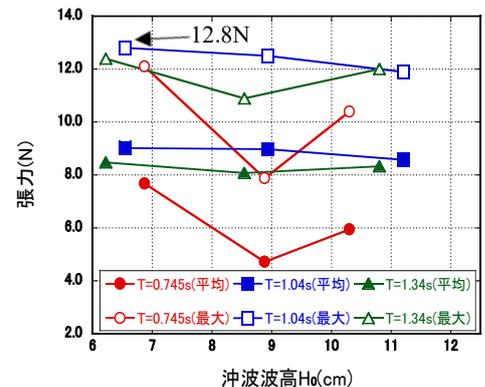


図-3 沖波波高に対する張力の変化

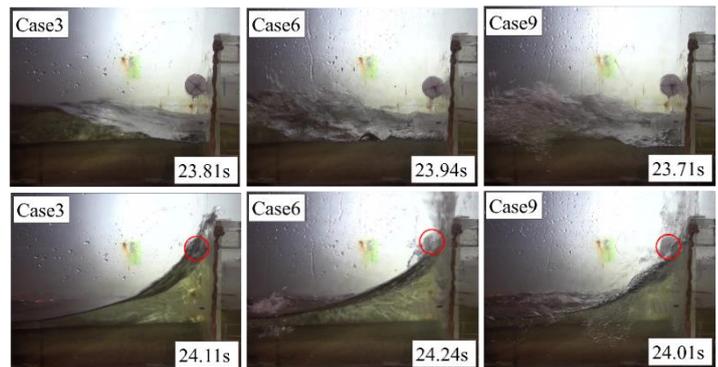


図-4 対策工に波が作用する様子

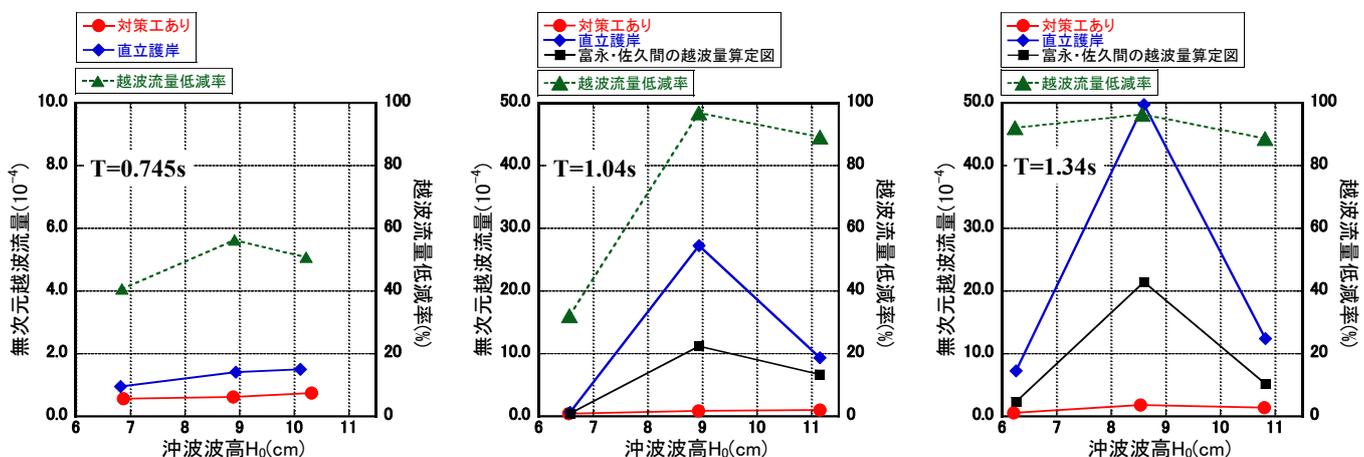


図-5 沖波波高に対する無次元越波流量と越波流量低減率の変化

### 5. 結論

本研究では、簡易越波対策工の設計において必要となる基礎データを得ることを目的に、規則波に対する係留索に作用する張力と越波低減効果の変化を把握するための水理模型実験を行った。その結果、係留索に作用する張力は周期が長くなるにつれて沖波波高に対する変化が小さくなり、ほぼ一定の値を示すことや、波高や周期に依らず高い越波低減効果を有することなど重要な知見が得られた。

### 参考文献

- 1) 中谷ら(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.145-150.
- 2) 中谷ら(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) 山城ら(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.97-102.
- 4) 富永 正照，佐久間 襄(1976)：海岸堤防の越波量について，第17回海岸工学講演会論文集，pp.133-140