

人工粗度を有する護岸の水理特性に関する実験的研究

名古屋大学工学研究科	正会員	○水谷	法美
韓国慶尚大学校	正会員	許	東秀
古河インフォメーションテクノロジー	正会員	囲	康隆
南濃コンクリート		林	功治

1. はじめに: 護岸は通常現場打ちコンクリートで施工されるが、著者らはプレキャスト式護岸工法を開発し、すでに実用化されている。この工法では工期の大幅な短縮や経費の軽減が可能になるだけでなく、コンクリートの二次製品として工場生産されるため、現場で型枠を必要とせず、残材が発生しないなど環境面での利点も大きい。一方、工場製品化されることで、護岸の表面を所定の管理の下で加工することも可能となる。すなわち、従来のように滑らかな護岸表面を擬岩形状や石積みのように加工することができ、景観面や周辺環境との調和の面での利点も期待できる。また近年、東海地震や南海・東南海地震のような巨大地震の発生が懸念され、それとともに津波災害の危険性が指摘されているが、護岸表面を加工することは、単に景観に配慮するだけでなく、その凹凸を利用して人が登ることを可能とする。したがって、これまで一定間隔に配置されていた階段以外に地震直後の海岸から緊急に避難する経路のオプションを提供することにもなり、防災上の意義も大きい。また、護岸表面の凹凸は粗度として波の遡上を軽減しうるものであり、越波災害防止にも寄与するものと期待される。本研究では、プレキャスト化による人工粗度を有する護岸を開発し、その波の打上げや作用波圧などの水理特性について考究するものである。

2. 水理実験: 実験を名古屋大学の二次元造波水槽（長さ 30m、幅 0.7m、高さ 0.95m）を使って行った。水槽内に、高さ 38.4cm、勾配 1/7 の木製不透過斜面を設置し、それに連続して木製不透過水平床を設置した。その水平床上にコンクリート製の護岸模型を設置した。護岸の一樣勾配部分の高さは 30cm で、それに連続して高さ 10cm の波返し工が付けられている。実験では護岸の一樣勾配部の傾きを $S=1:2$ と $1:1.5$ の 2 種類変化させた。護岸は滑らかな表面のものと粗度を有するものの 2 種類とした。なお、粗度はモルタルにより高さ約 3mm、直径約 3cm の円形状の凸部を配置して製作した。実験では、木製斜面上から波返し工に至る護岸表面に長さ 2.5m の電気容量式遡上計を設置して波の打上げ高を計測した。この際、遡上計の容量線に影響を及ぼさずに曲率にあわせて遡上計を取り付けるための支持具を特別に製作して実験に使用した。また、目視による確認ができるようメジャーとともに波の打上の様子をビデオ撮影した。さらに、護岸の表面の 5 箇所に小型圧力センサーを取り付け、波圧の計測も行った。

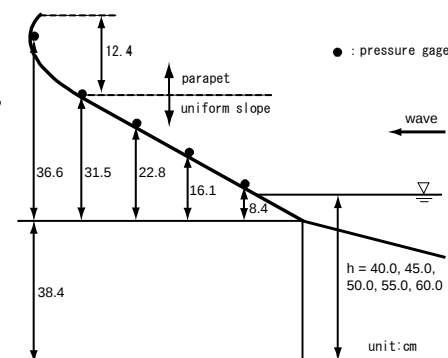


図-1 実験の概要

入射波は規則波とし、その周期と波高を適宜変化させ、波の打上高と波圧の計測を行った。なお、この際静水深も 5 種類変化させ、合計 360 ケースの実験を行った。実験で計測した水位、打上高、圧力の時間変化を 100Hz のサンプリング周波数でデータロガーを通してパソコンに収録した。解析では、一波毎の打上高と圧力の最大値を読みとり、その平均値を採用した。打上高は遡上計による波の先端位置から鉛直高さに換算した。

3. 結果と考察: 図-2 に無次元打上高と波形勾配の関係を例示する。波形勾配が小さい波は、斜面上を碎波せずに進行し、それとともに浅水変形によって波高が増大して護岸に入射する。一方、波形勾配が大きい波は斜面上で碎波し、エネルギーを消散してから入射する。これらのため、無次元打上高は入射波の波形勾配が小さいほど大きくなる傾向がある。また、水深が大きくなると、同一の波形勾配であっても斜面上の碎波が生じ

キーワード 護岸、プレキャスト、打上、波圧

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL 052-789-4630

にくくなるので、無次元打上高は大きくなる傾向がある。また、粗度の有無に着目すると、粗度がある方が打上高は小さくなる。粗度による打上高の減少には、

粗度による局所的な乱れの発生が寄与するところが大いと考えられるが、非碎波の状態で入射する波形勾配の小さい波ではその先端部での乱れの状態が粗度の有無により差が大きく、そのため打上高の差が顕著になると

考えられる。さらに、護岸の法面勾配が緩い方が鉛直高さに対する法長が長くなり、粗度の影響をより強く受けるため、粗度の有無による打上高の差はより明瞭になる傾向のあることも確認された。

図-3 は圧力振幅と波形勾配の関係を例示したものである。圧力にはばらつきが大きいものの全般的に粗度を有する護岸の方が作用波圧は大きくなる

傾向がある。しかし、静水深が大きくなると、また、静水面からの位置が高くなると、粗度の有無による波圧の差は小さくなる傾向があり、護岸上部では粗度のない方が波圧が大きくなることもある。打上高との比較より、波が粗度によりエネルギーを消散する過程では粗度のある方が波圧が大きくなるが、護岸上部では、粗度のある方が消散したエネルギーが大きいため、両者の差は小さくなると考えられる。したがって、護岸全般で考えると粗度の有無による圧力の差はそれほど小さくなく、したがって耐波面で十分配慮することにより、本研究で提案する護岸工法は実用可能であると判断される。

4. おわりに：本研究では、人工粗度を有する護岸の打上高と波圧について水理実験結果に基づいて検討を加えた。その結果、本研究で提案する護岸は十分実現可能であると判断された。今後、様々な粗度の形状についても考察し、実用化に向けて検討を加えていく所存である。

<参考文献> 山本・西(1984)：越波の少ない低天端堤の開発，第31回海岸論文集, pp.537-541。

柳生ら(1989)：消波式階段護岸の水理特性に関する実験的研究，海岸論文集，第36巻，pp.604-607。

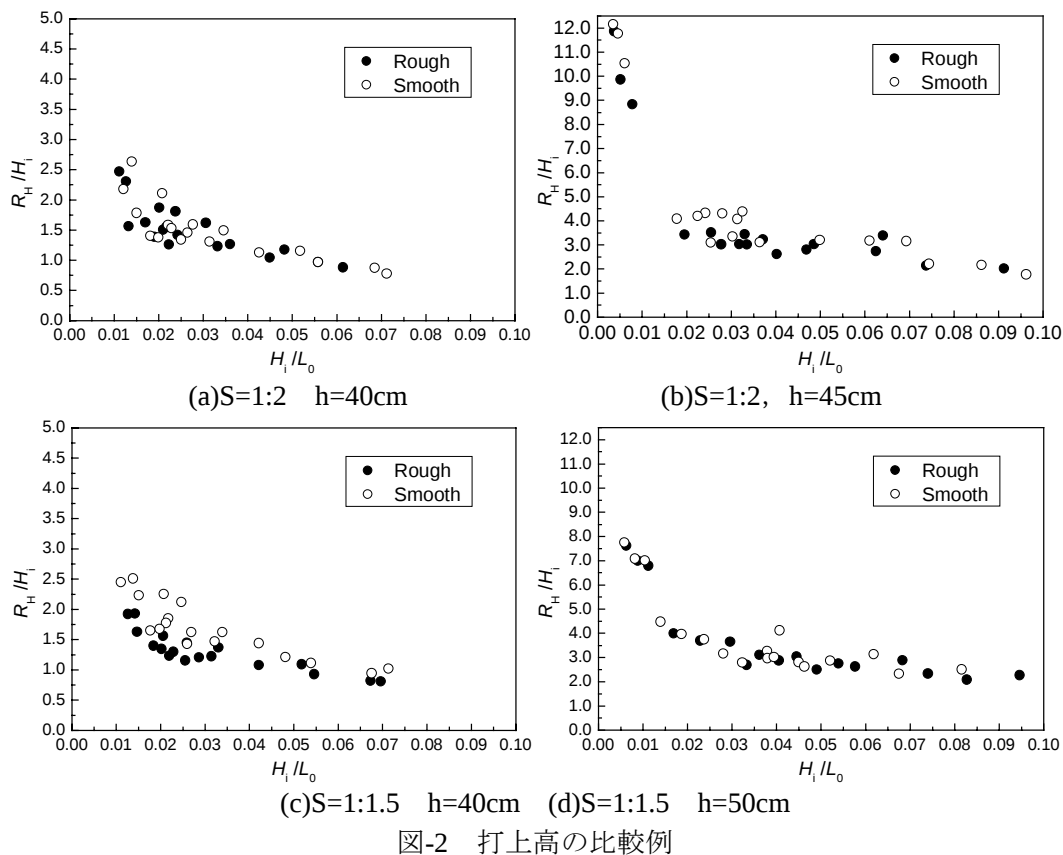


図-2 打上高の比較例

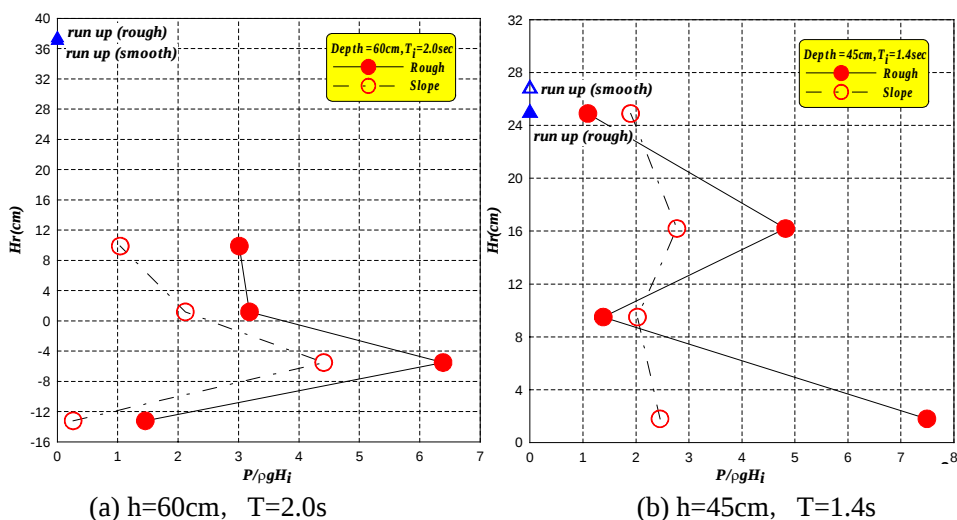


図-3 波圧の比較例 (S=1:2)