

北海道開発局 土木試験所 正員 木村 克俊

" " 正員 竹田 英章

まえがき 船揚場は小型船舶や漁船を、水産物の搬入、避難、修理等の際に陸上と海上の間で揚降するための施設で、その構造としては水際に斜路を設ける方式が一般的である。斜路の陸上部はコンクリート舗装されるが、感潮部と水中部については施工上の理由からプレキャストコンクリート製の張ブロックが使用されている。現在、張ブロックの標準形状は決められているが、その安定性を裏付けるデータは十分とはいえない。過去に斜路を遡上する波により張ブロックが転倒した例もいくつかあり、現場担当者の中には張ブロックの安定限界算定法の確立を望む声も少なくないため、この実験を行なうに至った。以下に昭和57年度に実施した予備実験の結果を報告する。

1. 実験方法 長さ28m、幅0.8m、高さ1mの規則波造波水路に、模型(図1)を設置した。縮尺は1/20とし、張ブロック

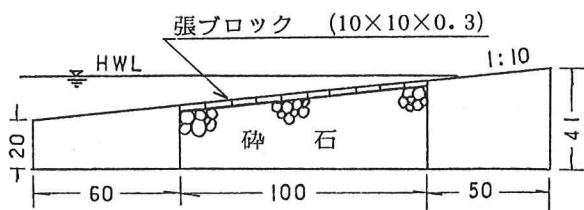
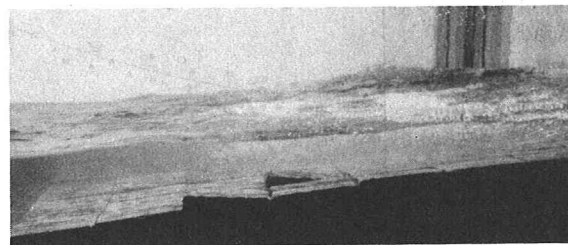
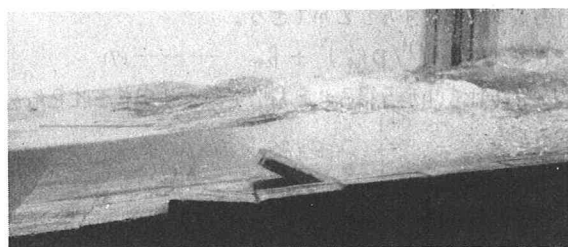


図1 模型断面図 (cm)

は開発局内で使用されている2.0m×2.0m×0.3m(模型では10cm×10cm×1.5cm)をモルタルで製作し、1:10勾配に砕石をならした斜面上波向方向に10列敷設した。実験は周期4種について行ない、張ブロックの挙動と波の変化状況を観察した。

2. 張ブロックの動揺状況 斜路上で波が砕ける際の張ブロックの動揺状況を写真に示す。波は周期1.5秒、砕波高13cmで撮影間隔はおおよそ0.5秒である。上段の写真では、波が砕けた瞬間に張ブロックの一端がわずかに上下している。これを微動と定義する。この現象は砕波時の急激な水面変化のために、張ブロック両端に圧力差が生じることが原因と考えられる。なお、その検討については後述する。張ブロックがわずかに持ち上がったときに、砕波後の流れを受けて浮いた状態が中段の写真である。これを浮動と定義する。下段の写真は浮いた張ブロックが戻り流れによって元の位置に戻された状態である。また、砕波高が大きくなると張ブロックが流れを受けて180度回転するが、この状態を転倒と定義する。



3. 波高および周期特性 安定実験の結果を図2に示す。周期が一定の場合には、砕波高が大きくなると張ブロックの挙動が、微動→浮動→転倒と推移する。またその際、砕波点が沖に移動するため沖側の張ブロックが動くようになる。いっぽう、周期が長くなると波が岸側で砕けるため、張ブロックは浅いところで小さな砕波高で転倒している。したがって、張ブロックによる施工区間が長くなる潮位差の

大きな地域で、長い周期の波が来襲する場合にあっては、この点を十分考慮する必要がある。

3. 現地と実験の比較 現地の張ブロックの挙動をもとに実験結果を検討する。図3に船揚場の断面図を示す。当時の潮位は+1.5 mで、波は $H\frac{1}{3} = 1.1 \sim 1.5$ m、 $T\frac{1}{3} = 10.0 \sim 12.5$ 秒であった。この条件下で張ブロックは微動を繰り返し、その結果図4のように一端が持ち上がったものと考えられる。持ち上がった張ブロックの水深は、現地換算して-1.0 ~ -1.5 mの間に広く分布しているが、これは現地の波が不規則で一波ごとに砕波位置が異なるためである。実験では、周期の長い波で4~7列目の張ブロックが動いたが、それらの水深は現地換算して-1.1 ~ -1.7 mであることから水深については現地と実験は良好な一致を示している。波高は現地の $H\frac{1}{3}$ から考えて、実験で得た安定限界値 $H_b = 0.8 \sim 1.8$ mを上まわる波が来襲することは十分考えられる。したがって、今回は一例のみによる確認だったが、周期の長い波に対しては張ブロックの微妙な動きが実験で再現されており、図2は妥当な値を示していると考えられる。

4. 砕波時の水底圧力変化 張ブロックの長さ($\Delta x = 10$ cm)だけ離れた2点間の圧力差 ΔP を得るため、図5に示す各値を計測した。実験は $T = 2.5$ 秒、 $H_b = 7.0$ cmで行ない、測定器はこの波が砕波する6~7列目に設置した。

その結果は図6に示すように下向きの力が波形と同様に変化するのに対し、揚圧力はゆるやかに変化するため、波が到達する直前に揚圧力が上まわる。さらに、2点間の圧力変化には時間的なズレがあるため ΔP が生じている。 ΔP が最大となるのは微動が生じたときと一致する

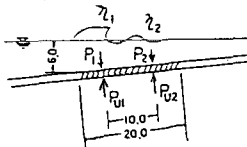


図5 測定装置 (cm)

ことから、2で述べた推定結果が正しかったことが示された。

あとがき 実験の結果、以下の3点が得られた。1. 張ブロックの安定限界算定図(図2) 2. 現地と実験の整合性が確認された。3. 水底圧力と流れによる張ブロックの挙動が把握できた。今後は、張ブロックの厚さと船揚場先端部の水深をパラメーターとして安定実験を行ない、その結果を通過波高と周期でまとめる。さらに $(\Delta P)_{\max}$ と砕波高の関係を求めることにより、安定実験の結果を裏付ける予定である。

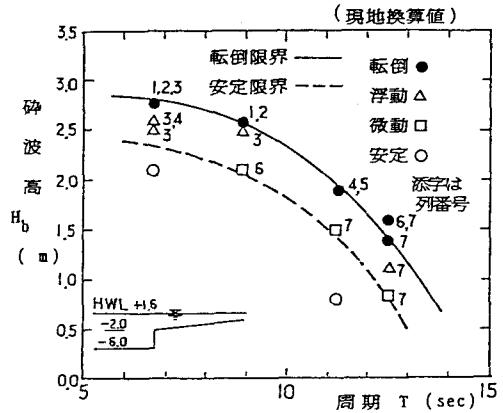


図2 安定限界算定図

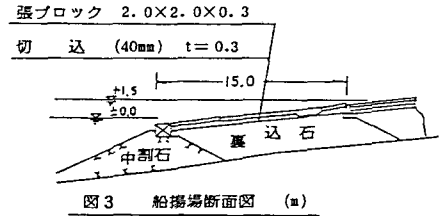


図3 船揚場断面図 (m)

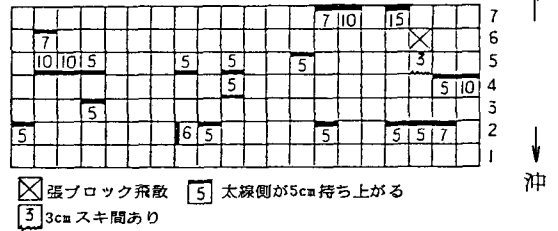


図4 現地の状況

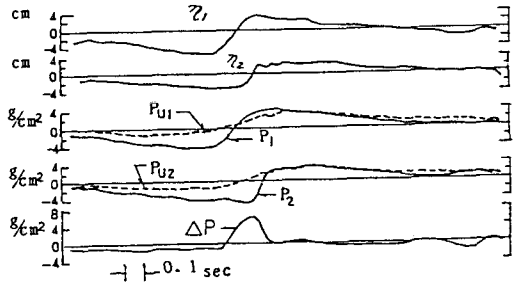


図6 圧力変化の一例