

周期のばらつきを考慮した半没水型 上部斜面堤の期待滑動量

MODIFIED METHOD ALLOWING FOR WAVE PERIOD VARIATIONS FOR
COMPUTING EXPECTED SLIDING OF SLOPING SEMI-SUBMERGED BREAKWATER

中山康二¹・山口邦彦²・石貫国郎³・柳田和喜⁴・中山政勝⁵・滑川伸孝⁶

Kouji NAKAYAMA, Kunihiko YAMAGUCHI, Kunio ISHINUKI, Kazuki YANAGIDA,
Masakatsu NAKAYAMA and Nobutaka NAMERIKAWA

¹ 正会員 工修 国土交通省中国地方整備局港湾空港企画官 (〒730-0004 広島市中区東白島町 14-15)

² 国土交通省九州地方整備局宮崎港湾空港工事事務所 (〒880-0858 宮崎市港 1-16)

³ 国土交通省九州地方整備局北九州港湾空港工事事務所 (〒801-0841 北九州市門司区西海岸 1-4-40)

⁴ 国土交通省中国地方整備局港湾空港部港湾事業課 (〒730-0004 広島市中区東白島町 14-15)

⁵ 正会員 国土交通省九州地方整備局下関港湾空港技術調査事務所 (〒750-8504 下関市竹崎町 4-6-1)

⁶ 正会員 工博 (株)日本港湾コンサルタント設計本部技術開発部 (〒141-0031 品川区西五反田 8-3-6)

In the semi-submerged offshore sloping breakwater protected with wave-dissipating blocks which is to be built in the southern part of Hososhima Port in 32 m of water with a design wave height (H_{max}) of 21.8 m, the stability of the structure before the block installation is of primary concern. In this study the practical applicability of a proposed modified method allowing for wave period variations to compute the expected sliding of the breakwater has been examined through sliding experiments and the structural stability of the breakwater against wave force has been evaluated in terms of the expected sliding determined by the modified computation method in order to optimize the breakwater design and construction.

Key Words : wave period variations, expected sliding, sliding experiments, semi-submerged sloping breakwater

1. はじめに

水深 32m, 設計波高 (H_{max}) 21.8m の大水深, 高波浪海域において建設される消波ブロック被覆半没水型上部斜面形式の細島港南沖防波堤は, 消波ブロック被覆前の施工時断面における滑動の安定が問題になる。

本研究は, 半没水型上部斜面堤の滑動安定について信頼性設計法による期待滑動量で評価することを目的とし, 下迫ら¹⁾の期待滑動量の計算において波力から滑動量を計算しているステップを水理実験による滑動量で与えている。期待滑動量の計算結果から周期の影響について検討を加え, 期待滑動量の計算における周期のばらつきの設定方法を提案している。

2. 水理模型実験による滑動量

(1) 実験条件

縮尺 1/60 の半没水型上部斜面堤 (図-1 参照) の模型を製作し, 二次元水路 (長さ 50m×幅 1.0m) で滑動実験を行い, 滑動量を測定した。上部斜面堤の諸元は, 現地換算でマウンド高 D.L. -17.0m, 天端高 D.L. +6.0m, 堤体幅 20m, 斜面下端高 D.L. ±0.0m と D.L. -1.5m である。作用させた規則波の実験波は, 周期 14.5s, 波高 19.4m, 20.4m, 21.8m の 3 ケース, 不規則波の実験波は, $H_{1/3}=9.8m, T_{1/3}=13.1s$; $H_{1/3}=10.8m, T_{1/3}=13.7s$; $H_{1/3}=12.1m, T_{1/3}=14.5s$ の 3 ケースである。

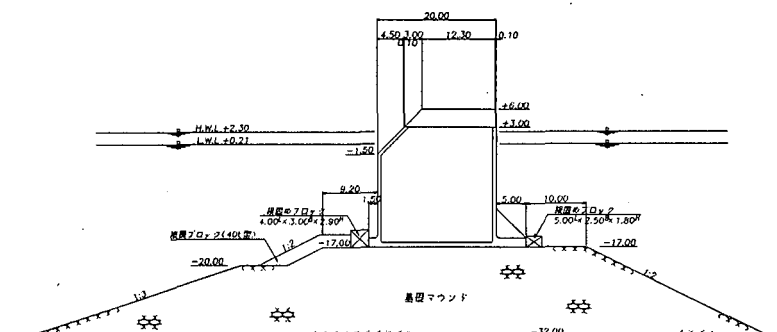


図-1 消波ブロック被覆上部斜面堤模型断面

(2) 規則波実験の滑動量

消波ブロックなしの小さいマウンド条件(港外側マウンド幅 9.2m)での規則波実験による滑動量(規則波 5波での平均値)を以下に示す。滑動量は押波方向を正とする。図-2に斜面下端高 D.L. ±0m で同一堤体重量に対する潮位の影響を示した。堤体重量は L.W.L. で 10 年確率波の最高波高 (17.7m) が作用した場合の滑動限界重量 $W_0=6347.4$ (kN/m) に設定している。潮位が H.W.L. になると浮力分だけ重量が軽くなり $W_0=5955.9$ (kN/m) になる。同図から H.W.L. の場合は波高が 50 年確率波時の最高波高 21.8m まで大きくなっても堤体はほとんど変位を示さない。一方、L.W.L. では 20 年確率波高 (19.4m) に対しては安定であるが、30 年確率波高 (20.4m) 以上となると堤体が押波方向に滑動した。

すなわち、同図は施工時の消波なしの堤体にとって L.W.L. の潮位の方が危険であることを示している。

これは施工時断面の天端高が D.L. +6.0m と低いため波高が大きくなっても越流が増加するだけで波力はあまり増えなかったことと、L.W.L. 時のマウンド条件による衝撃波力が大きかったためによると思われる。このことから、L.W.L. 時の値を安全側の滑動量と見なす。

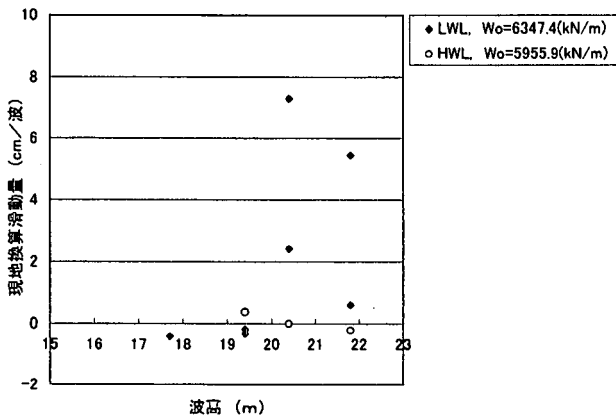


図-2 潮位の滑動量への影響(斜面下端高 0m, 規則波)

(3) 不規則波実験の滑動量

図-3 は、不規則波に対する結果である(潮位はすべて L.W.L.) 作用波数は現地 1 時化相当の約 1000 波である。波高が大きくなるにつれ、堤体の総滑動量は増加している。

同一有義波高に対して 3 種類の波群の実験を行っており、図-4 に 10 年確率波での検定時の 3 波群について 1.2 $H_{1/3}$ 以上の波高と周期のばらつきを示した。同図において有義波高を超える波で周期が $T_{1/3}$ 以上の波が多数存在し、その状況は波群によって異なる。このことは期待滑動量の算定には周期の影響も考慮する必要性を示唆していると考察される。

図-3 で施工時消波なしでの不規則波に対する安定状況を滑動量が大きく現れている波群 1 に着目してみる。まず、斜面下端高 D.L. ±0m で 10 年確率波の最高波(規則波)での滑動限界重量に 10 年確率波の不規則波

$H_{1/3}=9.8$ m 約 1000 波を作用させると、25cm ほどの滑動量を示している。この堤体に 20 年確率波 $H_{1/3}=10.8$ m が作用すると 80cm 弱の滑動量となり堤体は明らかに不安定になっている。堤体重量を 1 割増し ($W_0=6986.4$ kN/m) にしても 10 年確率波で 16cm, 20 年確率で 47cm の滑動量となり大きい。

一方、斜面下端高が D.L. -1.5m では 20 年確率の波でも 28cm に収まり、安定性に優れていることが分かる。

なお、実験で作用させた 1000 波は現地で 3.5~4.2 時間に相当する。下迫ら¹⁾の堤体の期待滑動量の算定には 2 時間の波の作用を与えており、作用時間が異なることに注意を要する。

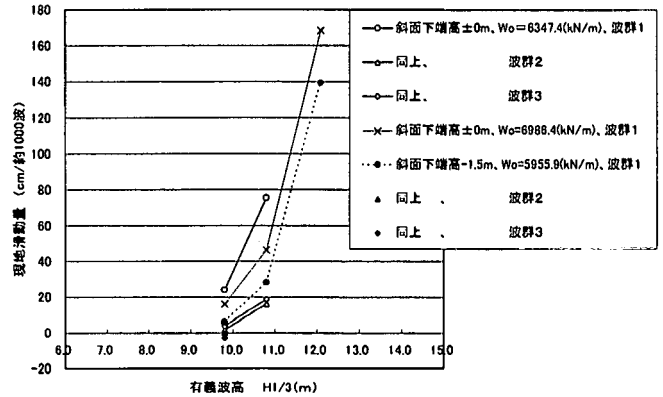


図-3 不規則波実験の滑動量(1000 波, L.W.L.)

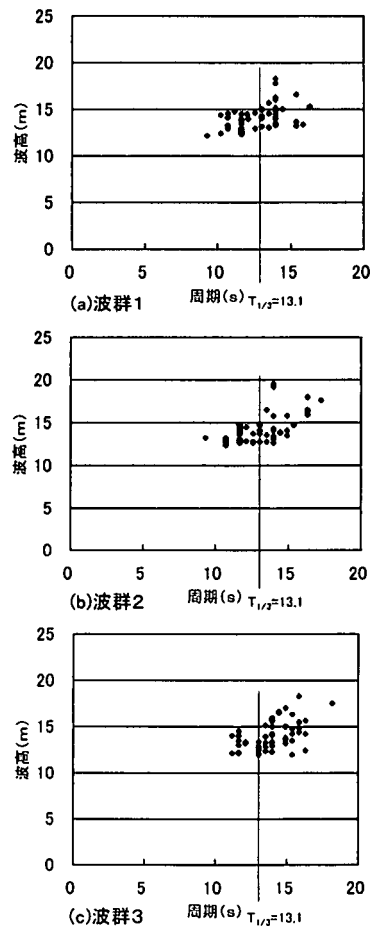


図-4 波高と周期のばらつき ($H_{1/3}=9.8$ m, $T_{1/3}=13.1$ s)

3. 実験値の滑動量を用いた期待滑動量

(1) 計算フロー

下迫ら^りが提案する期待滑動量の計算においては波と滑動量を次のようにして与えている。

- ・ 1回の異常波浪(1波群)における滑動量を求めるには、1波群の継続時間を2時間と仮定し、まず有義波高 $H_{1/3}$ 、有義波周期 $T_{1/3}$ から、1波ごとの波高 H 、周期 T を計算する。
- ・ 波高 H についてはレーリー分布を仮定し、浅水変形と砕波による変形を考慮して与える。
- ・ 周期 T は波高に比例させる。ただし、設計有義波高の0.75倍以上の波高については、すべて設計有義波周期を用いる。
- ・ 防波堤の波力式を用いた滑動量モデルにより、防波堤の1波ごとの滑動量を計算し、これらの合計から総滑動量を求める。

下迫らの期待滑動量の計算において、波力を与えて滑動量を計算しているステップを実験波高と滑動量データの関係から与えて、実験の裏づけのある期待滑動量を算出する。このときの計算フローを図-5に示す。

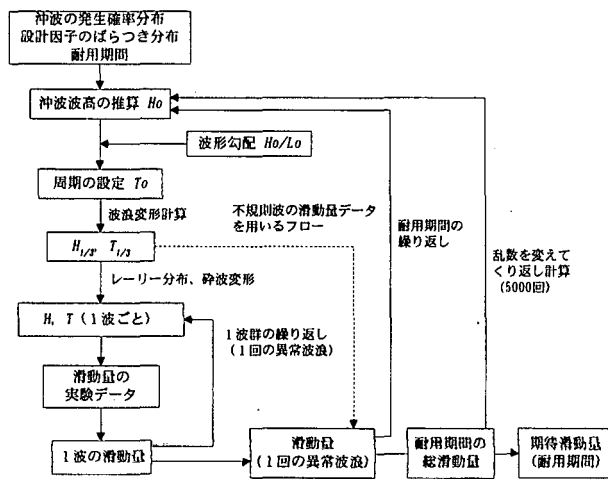


図-5 滑動量の実験データを用いる期待滑動量の計算フロー

(2) 計算条件

対象とする半没水型上部斜面堤は図-1に示すとおり下記の条件を満たす。斜面下端高については同図以外にD.L. ±0.0mのケースを加える。

マウンド高	D.L. -17.0m
天端高	D.L. + 6.0m
斜面下端高	D.L. ±0.0m, -1.5m
斜面勾配	45°
マウンド	沖側のマウンド幅は約9.2m

限られた条件の実験データを用いることから、期待滑動量の計算条件を安全側に設定する。このときの条件を表-1に示す。

施工時の断面であることから10年確率波の設計有義波を用いている点や実験条件と対応させるために潮位条件を滑動量が大いL.W.L.時で代表している点等が下迫らと異なる。設計因子の平均値の偏りと変動係数については表-2の値を用いる。ただし、滑動量データに関しては次節(3)に示す実験による値をもとに線形補間で与える。なおここに示す変動係数はばらつきの指標であり、標準偏差を平均値で除した値である。

半没水型上部斜面堤が消波ブロック被覆前の状態で放置される期間が短いことから、耐用期間3年、5年、10年について期待滑動量の計算を行い、施工時の耐波安定性の基礎資料とする。

表-1 滑動量の実験値を用いる期待滑動量の計算条件

沖波の発生確率分布 (施工時)	1953~1990年の波浪推算 ワイブル分布 $k=1.5, A=3.391, B=4.616$ 1年に1回, 2時間継続の高波浪の出現を仮定
沖波の波形勾配	0.04 (設計沖波の波形勾配)
設計有義波	$H_{1/3}=9.8\text{m}, T_{1/3}=13.1\text{s}$ (施工時の設計波)
1波群の波高	堤体位置で算出した $H_{1/3}$
1波ごとの波高	レーリー分布に基づいて、堤体位置での有義波高 $H_{1/3}$ から1波ごとの波高を再現する。 このとき、砕波による波高の変化も考慮する。
天文潮位 高潮偏差	大水深であり、潮位による波高変化が少ない。 また低潮位の波力が大きく、滑動限界重量も大きいので、安全側に潮位はL.W.L.、高潮偏差はゼロと仮定する。
滑動量	波力と滑動量が大いL.W.L.時の滑動量データを用い、線形補間で発生波高に対応する滑動量を与える。

表-2 計算に用いる設計因子の平均値の偏りと変動係数

設計因子	平均値の偏り $\Delta\alpha$	変動係数 ν
沖波	0	0.1
有義波周期	0	0.1
波別周期	0	0.1
水深による波浪変形	0	0.1
天文潮位	0	0
高潮偏差	0	0

(3) 規則波の滑動量データによる期待滑動量

a) 斜面下端高D.L. -1.5mの期待滑動量

規則波実験による1波当りの滑動量から斜面下端高D.L. -1.5mの断面の期待滑動量を算出する。用いる滑動量データを表-3に、算定結果を表-4に示す。

表-3 期待滑動量の計算に用いる規則波実験による滑動量

堤体重量 斜面下端高		5955.9kN/m D.L. -1.5m			
波浪	H (m)	17.7	19.4	20.4	21.8
	T (s)	14.5	14.5	14.5	14.5
滑動量	最大値 (cm)	0.0	0.8	3.45	3.45
	平均値 (cm)	0.0	0.1	1.5	0.6
	変動係数の平均	2.5			

表-4 1波の滑動量データによる期待滑動量の計算値

耐用期間(年)	3	5	10
期待滑動量 (cm)	0.2	0.3	0.7
期待滑動量 (cm) その2 ^{注)}	0.7	1.2	2.4

注) 滑動量の最大値を用い、変動係数を0として算出した期待滑動量

b) 斜面下端高 D.L. ±0.0m の期待滑動量

斜面下端高 D.L. ±0.0m の断面についても同様な計算を行う。このとき用いる滑動量を表-5 に、期待滑動量の算定結果を表-6 に示す。

表-5 期待滑動量の計算に用いる規則波実験による滑動量

堤体重量 斜面下端高		6347.3kN/m D.L. ±0.0m			
波浪	H (m)	17.7	19.4	20.4	21.8
	T (s)	14.5	14.5	14.5	14.5
滑動量	最大値 (cm)	0.0	2.3	14.0	10.7
	平均値 (cm)	0.0	0.0	4.9	3.1
	変動係数の平均	0.9			

表-6 1波の滑動量データによる期待滑動量の計算値

耐用期間(年)	3	5	10
期待滑動量 (cm)	0.6	0.9	1.8
注) 期待滑動量 (cm) その2	2.5	4.1	8.1

注) 滑動量の最大値を用い、変動係数を0として算出した期待滑動量

表-4 に示す斜面下端高 D.L. -1.5m の期待滑動量と比較して表-6 の値が3倍程度大きい。堤体重量は D.L. ±0.0m の断面が数パーセント大きいことから、斜面下端高を高 D.L. -1.5m に下げた施工時断面の耐波安定性が良いと評価できる。

(4) 不規則波の滑動量データによる期待滑動量

a) 斜面下端高 D.L. -1.5m の期待滑動量

不規則波実験による1波群(約1000波)当りの滑動量から斜面下端高 D.L. -1.5m の断面の期待滑動量を算出する。計算に用いる滑動量データを表-7 に、算定結果を表-8 に示す。表-4 に示す規則波実験の1波の滑動量データを用いる期待滑動量と比較して15倍程度大きい。

表-7 期待滑動量の計算に用いる
不規則波実験による滑動量

堤体重量 斜面下端高		5955.9kN/m D.L. -1.5m		
波浪	H _{1/3} (m)	9.8	10.8	12.1
	T _{1/3} (s)	13.1	13.7	14.5
滑動量	平均値 (cm)	1.3	9.1	44.8
	変動係数	1.2		

表-8 1波群の滑動量データによる期待滑動量の計算値

耐用期間(年)	3	5	10
期待滑動量 (cm)	11.5	19.1	37.5

b) 斜面下端高 D.L. ±0.0m の期待滑動量

斜面下端高 D.L. ±0.0m の断面についても同様な計算を行う。このとき用いる不規則波の滑動量データを表-9 に、期待滑動量の算定結果を表-10 に示す。

表-6 に示す同一断面の規則波実験による1波の滑動量データを用いて算出した期待滑動量と比較して1オーダー以上大きい。また規則波の滑動量データによる計算結果と同様に斜面下端高 D.L. -1.5m の値と比較して斜面下端高 D.L. ±0.0m の断面の堤体重量が大きいにもかかわらず大きな期待滑動量を示す。

表-9 期待滑動量の計算に用いる
不規則波実験による滑動量

堤体重量 斜面下端高		6347.3kN/m D.L. ±0.0m		
波浪	H _{1/3} (m)	9.8	10.8	12.1
	T _{1/3} (s)	13.1	13.7	14.5
滑動量	平均値 (cm)	9.4	36.9	133.8
	変動係数	0.93		

表-10 1波群の滑動量データによる期待滑動量の計算値

耐用期間(年)	3	5	10
期待滑動量 (cm)	45.0	74.7	147.6

4. 波力式による期待滑動量

細山田ら²⁾の上部斜面堤の波力式を用い、下迫らの提案する方法を実験値の滑動量を用いた期待滑動量の条件にあわせて波力式による期待滑動量の計算を行い前章3. で算出した実験の滑動量データによる期待滑動量を再現できるか比較検討を行う。

(1) 計算条件と計算方法

滑動量の実験値を用いて期待滑動量を算出した断面のうち、安定性の良い斜面下端高 D.L. -1.5m の断面を選び、期待滑動量の計算を行う。ここでは主に実験値を用いる場合と異なる点を示し、追加した設計因子のばらつきを表-11 に整理する。

表-11 波力式による期待滑動量の計算で追加する
設計因子の平均値の偏りと変動係数

設計因子	平均値の偏り $\Delta \alpha$	変動係数 ν
波力	0	0.1
静止摩擦係数	0	0.1
動摩擦係数	0	0.1
自重	0	0

(2) 計算結果

波力式による計算結果を前章の実験による滑動量データを用いた期待滑動量の値と比較して表-12 に示す。なお規則波の滑動量データの実験波の周期はすべて50年確率波周期14.5sであるので、設計有義波として施工時の設計波の10年確率波周期13.1s以外に14.5sの計算も行っている。同表から以下のことがわかる。

- ① 波力算定式による期待滑動量の計算結果は、規則波実験の1波あたりの滑動量データを用いた値と同程度である。
- ② 不規則波実験の滑動量データを用いた期待滑動量は、規則波実験の滑動量データの最大値を用いた値より15倍以上大きい。また、波力算定式による期待滑動量のうち、大きめの値を与える設計有義波周期14.5sのケースに比較しても約10倍大きい。すなわち今回の計算では不規則波の滑動量データを用いた期待滑動量を再現できない。

表-12 波力式と実験値を用いる期待滑動量の比較

耐用期間 (年)		3	5	10
波力式	設計有義波周期 13.1s	0.25	0.4	0.8
	設計有義波周期 14.5s	1.2	2.0	3.8
滑動量 実験値	規則波の平均値 $T=14.5s$	0.2	0.3	0.7
	規則波の最大値 $T=14.5s$	0.7	1.2	2.4
	不規則波の平均値	11.5	19.1	37.5

5. 周期のばらつきを考慮した期待滑動量の計算

(1) 波浪条件の検討

波力算定式による期待滑動量は、1波、1波の滑動量を基礎としていることから、規則波実験の滑動量データを用いる方法と基本的に同じである。

両者の値が同程度であることは、波力算定式の波力を用いて算出される1波、1波の滑動量を合計した総滑動量が規則波実験の滑動量を合計した総滑動量と対応しており、波力算定式による期待滑動量の妥当性を実験値により裏づけるものと評価できる。

不規則波実験の滑動量データによる期待滑動量が、規則波実験の滑動量データによる期待滑動量や波力算定式による期待滑動量に比較して大きくなっていることについて検討を加える。

a) 周期に関する検討

波力式を用いる期待滑動量の計算において、波高は有義波高からレーリー分布を仮定して1波、1波の波高を与えているが、周期については滑動を生ぜしめると考えられる設計有義波高の0.75倍以上の波高について、すべて設計有義波周期を用いている。

不規則波の滑動量実験に用いた1波、1波の波高と周期を示す図-4によれば、有義波周期以上の周期が多数出現していることがわかる。図-6は、防波堤計画位置に比較的近い宮崎港沖の現地波浪データであるが、同図からも波高が大きくなるにしたがい周期も大きくなっている傾向と周期のばらつきを確認できる。以上のことから設計有義波周期より長い周期の出現により、不規則波実験波の波力と滑動量が規則波の実験値に比較して大きくなっていることが考えられる。そこで、設計有義波周期にこだわらずに、設計有義波高の0.75倍以上の波高については、沖波の波形勾配を設計沖波の波形勾配と同じと仮定して求められる沖波の有義周期に変動係数0.1のばらつきを与えて期待滑動量を算出し、いままでの計算結果と比較検討を行う。

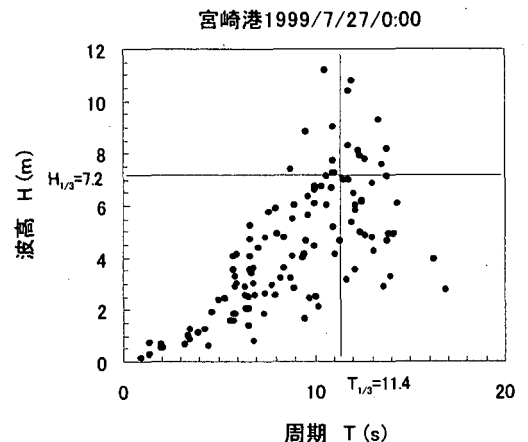


図-6 現地波浪の周期のばらつき

b) 1波群の波作用時間

不規則波実験の滑動量データは、図-5に示す計算フローにおいて1波、1波の滑動量の1波群の総和に相当する。波力算定式および規則波実験の滑動量データを用いる方法の1波群は、作用時間として2時間を仮定しているが、不規則波実験の1波群は1000波相当であり、現地時間に換算した実験波の作用時間は3.5~4.2時間である。ここでは波作用時間が2時間から3.5時間に増加した場合の、波力算定式による期待滑動量の変化を検討する。

(2) その他の要因の検討

波浪条件以外に、規則波と不規則波の滑動量の差を生ぜしめる要因として種々考えられるが、滑動抵抗力として最もばらつきの大きい摩擦係数の影響について検討する。

規則波の実験における作用波数は10波程度であり、

波作用前にマウンドを均すことから、マウンドと堤体の摩擦係数のばらつきは比較的小さいと考えられる。

不規則波実験においては、作用波数が1000波程度あり、その間にマウンドと堤体の状態が変化し、摩擦係数のばらつきが大きくなると考えられる。そこで、摩擦係数のばらつきの指標である変動係数を下迫らが提案する0.1から0.15に増大させた場合の波力算定式による期待滑動量の変化をみる。

(3) 計算結果

- ①波高が設計有義波高の0.75倍以上の波の周期を設計有義波周期としないで、波形勾配から算出される沖波の有義波周期に変動係数0.1のばらつきを与え、かつ1波ごとに同じ変動係数のばらつきを与えると期待滑動量は17倍程度増大し、不規則波実験の滑動量データを用いた値に近づく。
- ②沖波の有義波周期を用いて1波群の作用時間を実験条件の3.5時間にすると、期待滑動量は50%程度増大する。
- ③沖波の有義波周期を用い、1波群の作用時間を実験条件にあわせて、摩擦係数の変動係数を0.15に増大させると、不規則波実験滑動量データを用いて得られる期待滑動量とほぼ同程度になる。

表-13 周期のばらつきを考慮した波力算定式による期待滑動量

耐用期間 (年)	3	5	10
設計有義波高の0.75倍以上の波の周期 設計有義波周期 $T=13.1s$	0.25	0.4	0.8
"、設計有義波周期 $T=14.5s$	1.2	2.0	3.8
"、沖波の有義波周期、変動係数0.1	4.1	6.7	13.8
"、"、1波群の作用時間 3.5hr	5.8	9.9	20.5
"、"、"、摩擦係数の変動係数 0.15	10.6	17.4	34.7
不規則波の平均滑動量データを用いた値	11.5	19.1	37.5

6. まとめ

- ①大水深、高波浪条件下での水理実験によれば半没水型上部斜面堤の滑動量は、マウンド高による波力増大の影響等からH.W.L.よりL.W.L.時で大きくなる。(図-2参照)
- ②潮位条件を安全側のL.W.L.に固定し、下迫らの期待滑動量の計算において、波力を与えて滑動量を計算しているステップを滑動実験の実験波高と滑動量データの関係から与えて、実験の裏づけのある期待滑動量を計算した。不規則波実験による1波群の滑動量を1回の異常波浪による滑動量とみなした期待滑動量の計算値は、規則波実験による1波あたりの滑動量を用いた値に比較して1オーダー以上大きい結果になった。(表-12参照)
- ③滑動量の実験値を用いて期待滑動量を算出した断面のうち安定性の良い斜面下端高D.L.-1.5mの断面を選び、下迫らの提案する方法に上部斜面堤の波力式

を適用して期待滑動量の計算を行った。このときの計算値は規則波実験の1波当りの滑動量を用いた値と同程度である。(表-12参照)

- ④波力式による期待滑動量の計算において、周期を波形勾配と沖波波高の関係から計算した有義波周期にばらつきを考慮して設定した。このときの期待滑動量は、不規則波実験の滑動量を用いて算出した期待滑動量と同じオーダーになった。(表-13参照)
- ⑤1波群の作用時間を実験波の作用時間に等しくすると、波力式による期待滑動量の値が50%程度増大し不規則波実験の滑動量を用いた期待滑動量に更に近づいた。(表-13参照)
- ⑥不規則波実験のマウンド条件から類推して摩擦係数の変動係数を0.15に増大させると、波力式による期待滑動量の値を不規則波実験の滑動量を用いた期待滑動量と同程度にすることができた。(表-13参照)
- ⑦不規則波実験の滑動量データによる期待滑動量が現地防波堤の期待滑動量を再現しているとみなせるので、この値に対応する計算値を与える本手法を妥当と判断できる。(同手法を用いて最終断面の期待滑動量を算出し、施工時の安定性を確認した。)

7. 終わりに

本論文は、滑動量の実験値をもとに防波堤の期待滑動量における各種設計因子のうち主として波の周期の影響について検討し、波高だけでなく周期についても適切なばらつきを与えて設定してやることにより、信頼性の高い期待滑動量を算定できることを示したものである。なお摩擦係数については不規則波実験のマウンド状態からばらつきが大きくなる可能性があり、変動係数を大きめに設定した計算を行ったが、うらづけとなるデータが不足している。今後、信頼性設計法を現地に適用していくうえで、その他の設計因子のばらつきの影響を含めて、信頼できるデータをもとに更なる検討を積み重ねていくことが必要である。

謝辞

本研究にあたっては、(独)港湾空港研究所 海洋・水工部下迫耐波研究室長より期待滑動量の計算方法についてご指導をいただきました。また本論文をとりまとめるにあたっても表現方法などについて助言をいただきました。ここに記して、深甚なる感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 下迫健一郎・高橋重雄(1997)：モンテカルロ法を用いた混成防波堤の期待滑動量の計算，海岸工学論文集第44巻，pp. 831-835.
- 2) 細山田得三・高橋重雄・谷本勝利(1994)：離島港湾における上部斜面堤の適用性について，海岸工学論文集第41巻，pp. 706-710.