

第6回 民間技術交流会

防波堤港内側補強工法

サブプレオフレーム

防波堤港内側のカウンターウェイト



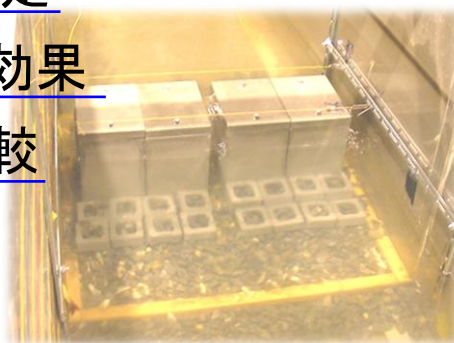
日建工学株式会社

May 10, 2012

コンテンツ



1. 補強工法の必要性
2. サブプレオフレームとは
3. 滑動抵抗力の測定
4. 設計手法とその効果
5. 従来工法との比較
6. 水理模型実験



May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

1. 補強工法の必要性



近年、地球温暖化による海面上昇や台風の大規模化により、これまでの沿岸構造物に対する設計値(設計波)を越える外力が頻繁に生じている。

➡ 海岸・港湾の沿岸構造物の災害が多くなっている。

設計値を**超える**波高や周期の波浪 = **偶発波浪荷重**

日本では1970年代から1980年代の高度成長期に多くの沿岸構造物が建設されたが、多くは老朽化している。これらは設計値が相対的に小さく、偶発波浪荷重が作用すると、防波堤などは滑動や転倒破壊を起こしてしまい、大きな災害となってしまう可能性が高い。

4月3-5日の低気圧でもケーソン式防波堤に被害 (2012 4.23, No.542 日経コンストラクションより)
下関市矢玉漁港沖防波堤 L:21.5m*B:10.9m*H12.8m(4200t)のケーソンが3基被災。
敦賀港鞠山防波堤 L:15m*B:13.6m*H15.6m(3000t)のケーソンが1基被災。15m移動。

May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

1

1. 補強工法の必要性



2011東北地方太平洋沖地震・津波災害においても多くの防波堤が被災。



**防波堤を粘り強い構造にするために
補強工法が必須**

しかし、我が国は特に沿岸構造物の多い国であり、コストや周辺環境への影響を考えると、既存構造物の大幅な改良は困難。

効果的で、比較的簡単かつ低価な補強工法が必要！



「サブプレオフレーム」

May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

2

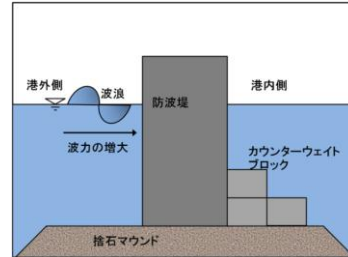
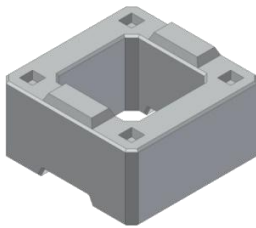
2. サブプレオフレーンとは



サブプレオフレーン SUBPLEO FLAME

京都大学防災研究所とCJE日建工学株式会社で
共同開発したブロック(共同特許も出願)

既存・新規防波堤の港内側にカウンター
ウェイトとなるサブプレオフレーンを設置
し、安定性を高め、偶発波浪・津波等
に対して粘り強い構造とする工法

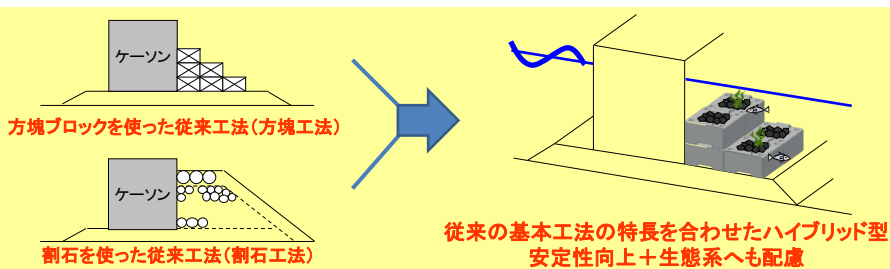


有孔型平型ブロック
自然石を中詰め材として投入
捨石マウンドと中詰め石とのかみ合わせ抵抗を期待

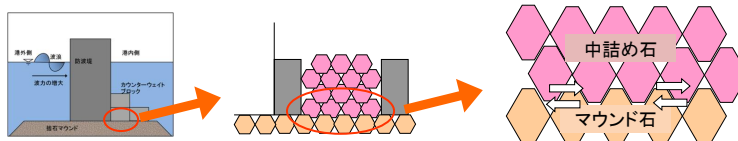
May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

3

2. サブプレオフレーンとは



サブプレオフレーン = 自重による摩擦抵抗力 + 基礎マウンド石と中詰め石とのかみ合い効果による抵抗力



ポイント フレーン形状なので揚圧力を受けない!

May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

4

3. 滑動抵抗力の測定



平成22年度から京都大学防災研究所(間瀬研, 平石研)と共同研究をスタートし,「カウンターウェイトブロック工法の開発」を継続中.

平成22年10月に, 防災研究所と日建工学で共同特許を出願.

抵抗力を把握するため, 陸上での引張試験を実施



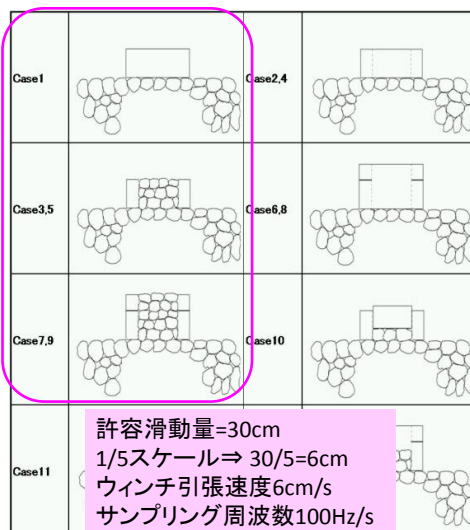
May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

5

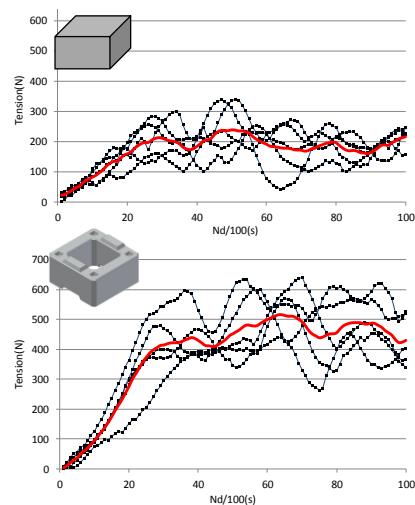
3. 滑動抵抗力の測定



実験ケース



抵抗力



方塊ブロックの約2倍の抵抗力が期待できる

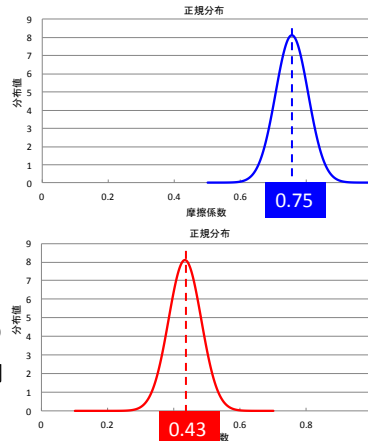
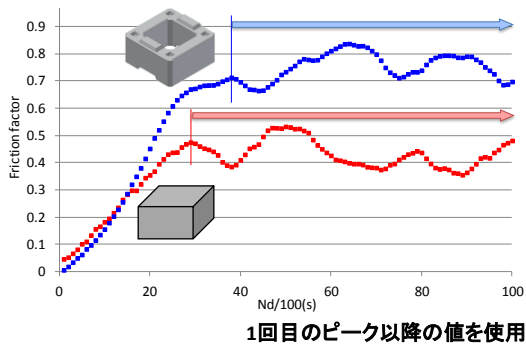
May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

6

3. 滑動抵抗力の測定



摩擦係数



これまでの報告

間瀬 肇, 平石 哲也, 川田 達也, 行本 卓生, 徳永 誠之, 松下 紘資

偶発波浪荷重対策としてのカウンターウェイトブロックの開発, 海岸工学, Vol.67No.1, 2011.

Hiraishi T., Mase H., Kawata T., Yukimoto T., Tokunaga S. Matsushita H.

Experimental Study on Counter-weight Blocks for Breakwater Stability, ISOPE2011, Maui/USA.

May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

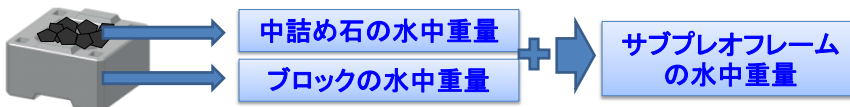
7

4. 設計手法とその効果



設計手法

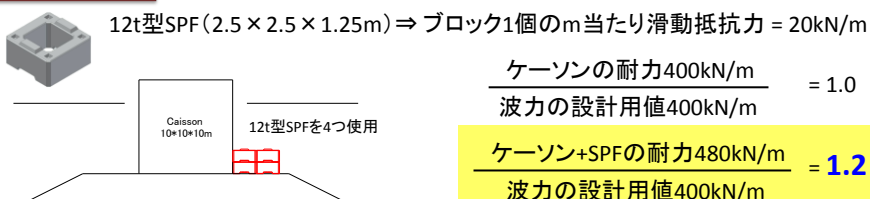
サブプレオフレームの摩擦係数を使用して抵抗力を計算する。



サブプレオフレームの抵抗力＝

(中詰め石の水中重量＋ブロックの水中重量) × 摩擦係数

例えば・・・



May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

8

4. 設計手法とその効果



既存工法(捨石工法)との比較

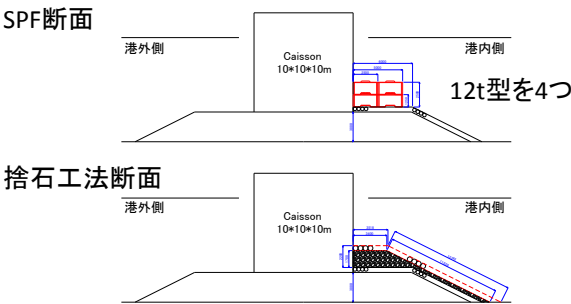
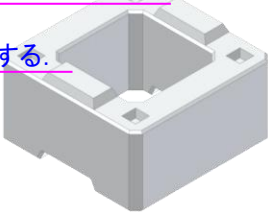
サブプレオフレームを設置したときのコストおよび抵抗力を計算する.



同じコストの場合の捨石工法を検討し, 抵抗力を計算する.



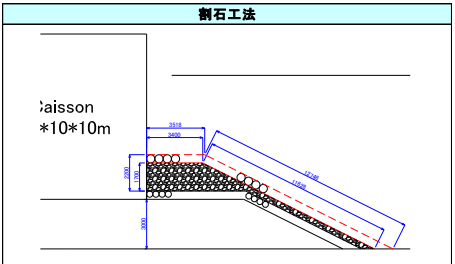
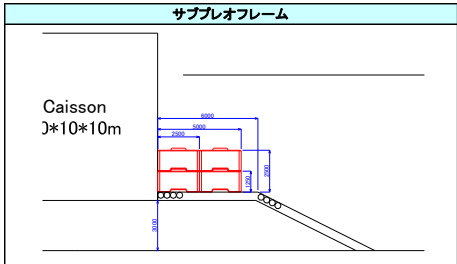
同じコストで得ることのできる「抵抗力」を比較する.



May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

9

4. 設計手法とその効果



コスト(延長1m当たり)						
名称	規格	数量	単位	単価	計	海上作業時間
ブロック製作	CWB-12t	1.6	個	121,000	193,600	-
据付	CWB-12t	1.6	個	32,000	51,200	0.5
中詰め石投入	200kg	4.45	m3	6,000	26,698	0.07
中詰め石均し	荒均し±10cm	1.80	m2	5,600	10,080	0.9
被覆石均し	200kg	6.00	m2	5,600	33,600	3.1
計					315,200	4.7
平成23年度港湾土木請負工事積算基準				比率	99	25

m当たりの滑動抵抗力Rd 80 kN/m

コスト(延長1m当たり)						
名称	規格	数量	単位	単価	計	海上作業時間
割石投入	10~200kg	11.47	m3	5,500	63,085	0.17
均し	荒均し±10cm	15.028	m2	5,600	84,157	7.8
被覆石投入	500kg	7.80	m3	7,500	58,500	0.12
被覆石均し	荒均し±10cm	16.264	m2	7,000	113,848	10.7
計					319,600	18.8
平成23年度港湾土木請負工事積算基準				比率	100	100

m当たりの滑動抵抗力Rd 50 kN/m

$80/50 = 1.6$



同じ金額で,
1.6倍も大きな抵抗力が得られる!

May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

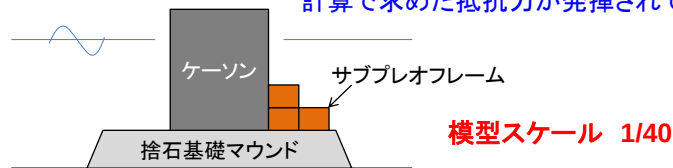
10

5. 水理模型実験

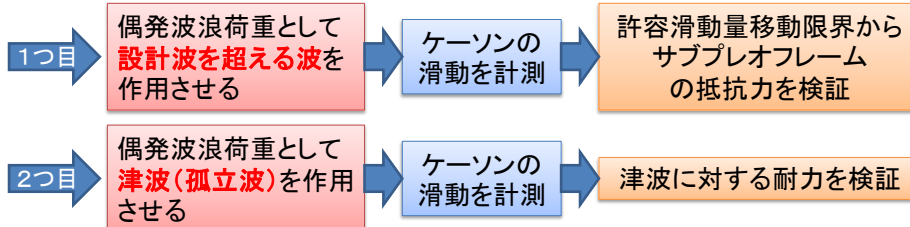


偶発波浪荷重に対するサブプレオフレームの 滑動抵抗力を検証する。

計算で求めた抵抗力が発揮されているか？



ケーソンは基準となる設計波(実波高で $H_{1/3}=4\text{m}$, 模型スケールで10cm)に対して, SF=1.0で設計している。



May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

11

5. 水理模型実験

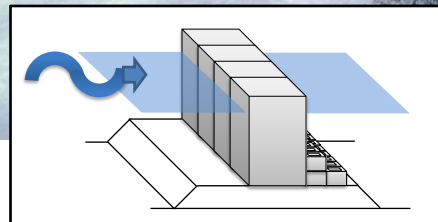


京都大学防災研究所 宇治川オープンラボラトリー



サイズ: 45m × 30m × 1m
造波板: 0.5m × 20台
規則波, 不規則波
最大使用水深: 0.7m

実海域再現水槽(平面水槽)



May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

12

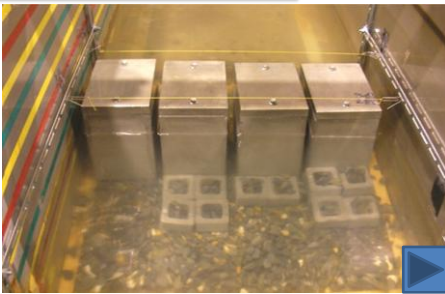
5. 水理模型実験



May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

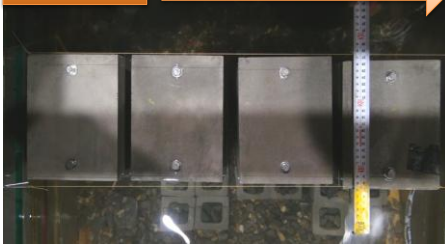
13

5. 水理模型実験



造波前

造波後



May 10, 2012 第6回 民間技術交流会

14

5. 水理模型実験



これまでの実験結果においては、摩擦係数0.75で計算した抵抗力は十分に発揮していることが確認されている。

設計値のおよそ1.3倍の抵抗力を確認！

実験スケジュール

	5月	6月	7月	8月	9月
不規則波実験	→				
津波実験		→			
追加ケース			→		
データ解析	→	→	→	→	→



ご清聴ありがとうございました
Thank you for your attention
ご質問があればお願いします
Any questions?

 日建工学株式会社