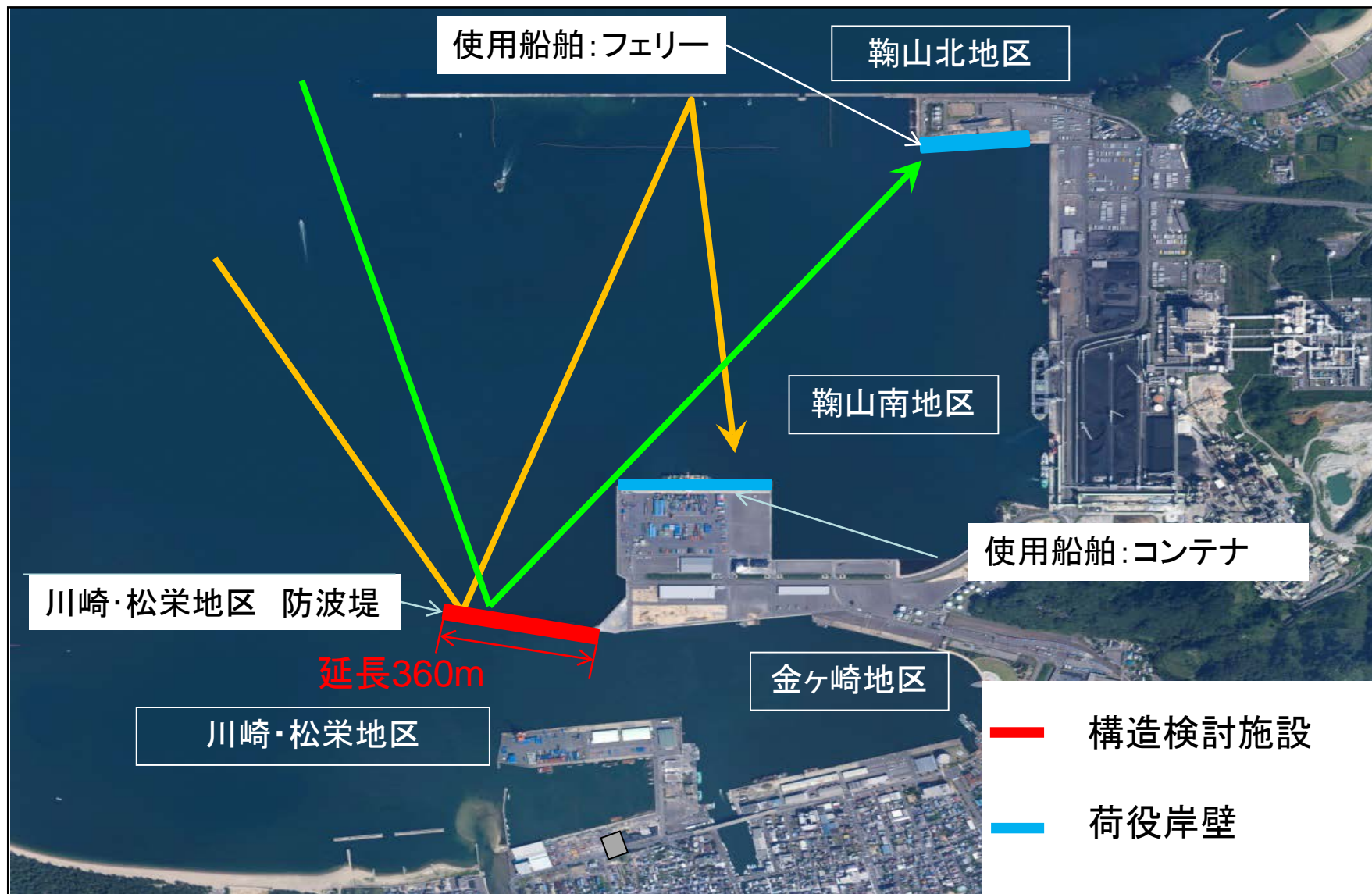


水理模型実験による防波堤反射波 低減構造の検証について

北陸地方整備局
新潟港湾空港技術調査事務所
高縁 夕羽希

○敦賀港(川崎・松栄地区)防波堤



実験条件①

(1) 使用施設、模型縮尺及び海底勾配

使用施設：長さ59.0m,幅1.25mの二次元造波水路

模型縮尺：1/25(歪みなし)※関係する諸量はフルード相似則による

海底勾配：1/153

- 実験模型(消波ブロック)：①高空隙消波ブロック(空隙率60%以上) typeA
 :②高空隙消波ブロック(空隙率60%以上) typeB
 :③一般的な空隙消波ブロック(空隙率50%程度)

(2) 潮位条件及び波浪条件

実験項目	潮位	波の種類	波浪条件					
			種類	有義波高 $H_{1/3}$		有義周期 $T_{1/3}$		作用波数 ・波群
				現地 (m)	模型 (cm)	現地 (s)	模型 (s)	
反射波実験	M.S.L. (+0.2m)	不規則波	消波対象波	0.42m	1.68cm	8.0s	1.60s	200波 3波群
				0.42m	1.68cm	10.0s	2.00s	
安定実験	L.W.L. (±0.0m)	不規則波	設計波	0.98m	3.92cm	12.7s	2.54s	1000波 2波群

(3) 構造選定のポイント

①設計波に対して安定した構造

②反射率0.3程度を目標とした低反射構造断面

【目標反射率0.3の設定理由】

→過年度の検討結果より鞠山南岸壁において稼働率が通年で1.9%,冬期で4.4%の向上

③地域その他事業(建設残土(ずり石)の有効活用等)



二次元造波水路



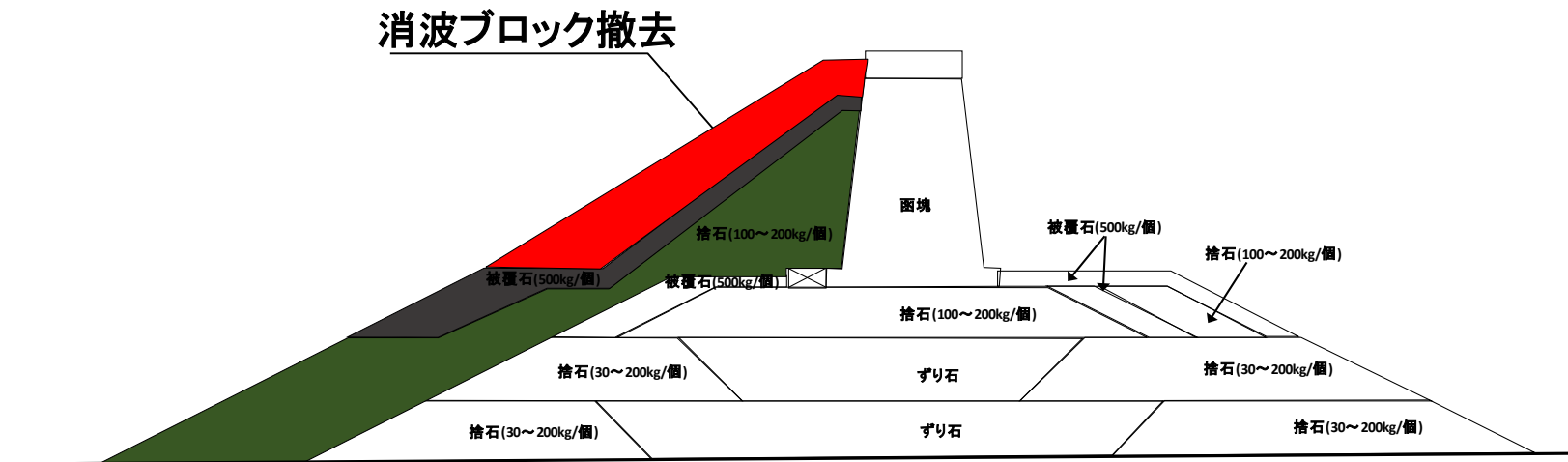
粒径ごとにフルイ分け



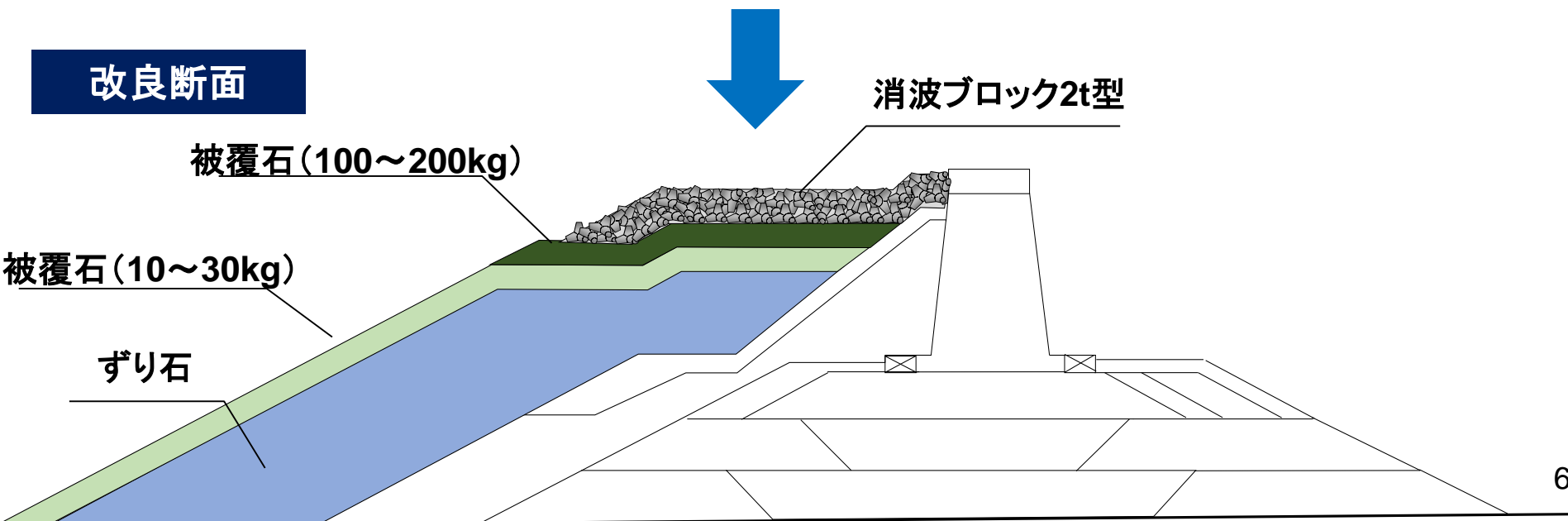
石材の移動数が判別しやすいよう着色

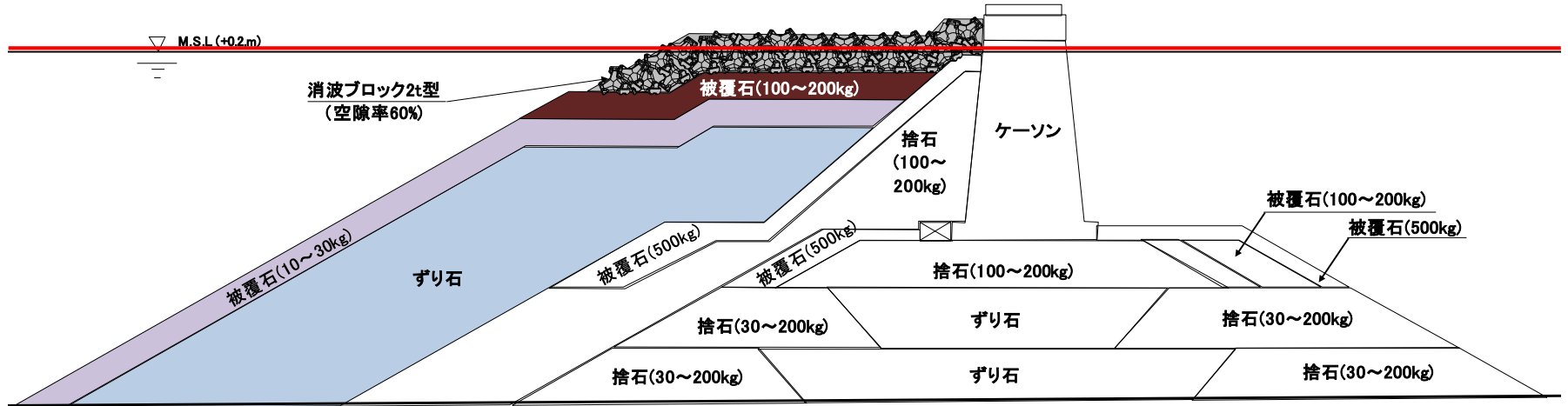
実験条件④

既設断面

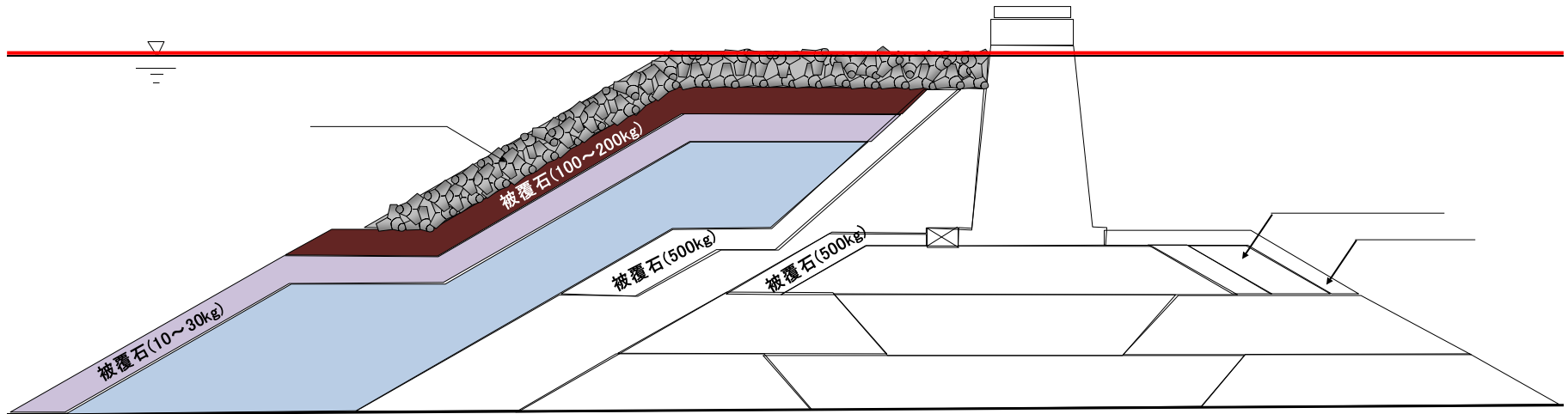


改良断面





一般型反射波対策工

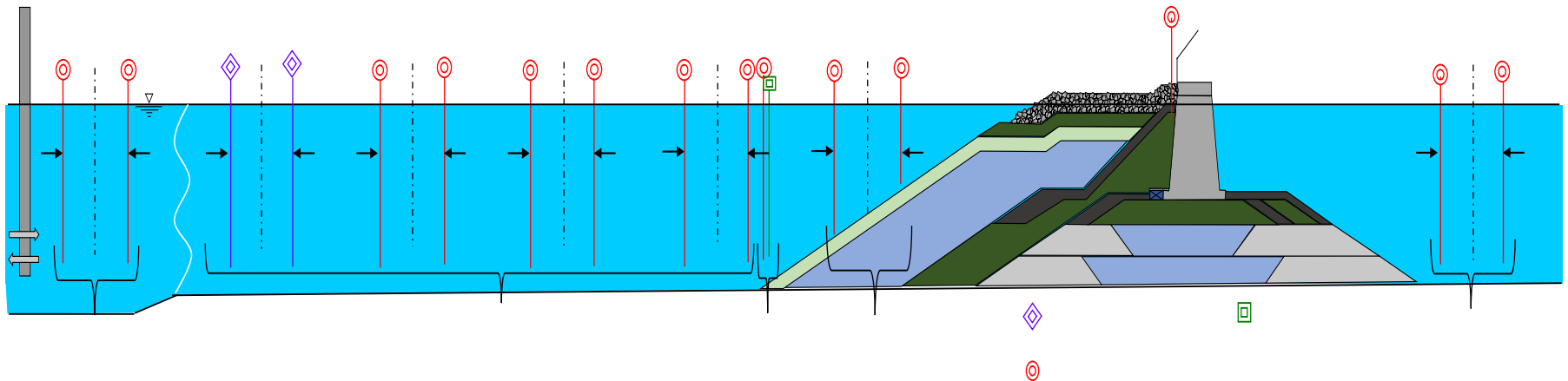


没水型反射波対策工

実験方法(反射波実験)

○反射波実験

- ・消波ブロック前面、防波堤前壁面より1.5波長の範囲
- ・容量式波高計を0.25波長間隔で各2台設置し計測
- ・有義波高の岸・沖分布を求め、反射面近傍での波高変動を確認し、同時に波の入・反射分離解析を行い、反射率及び反射波高の岸・沖分布を求める。





ケース1-8-1



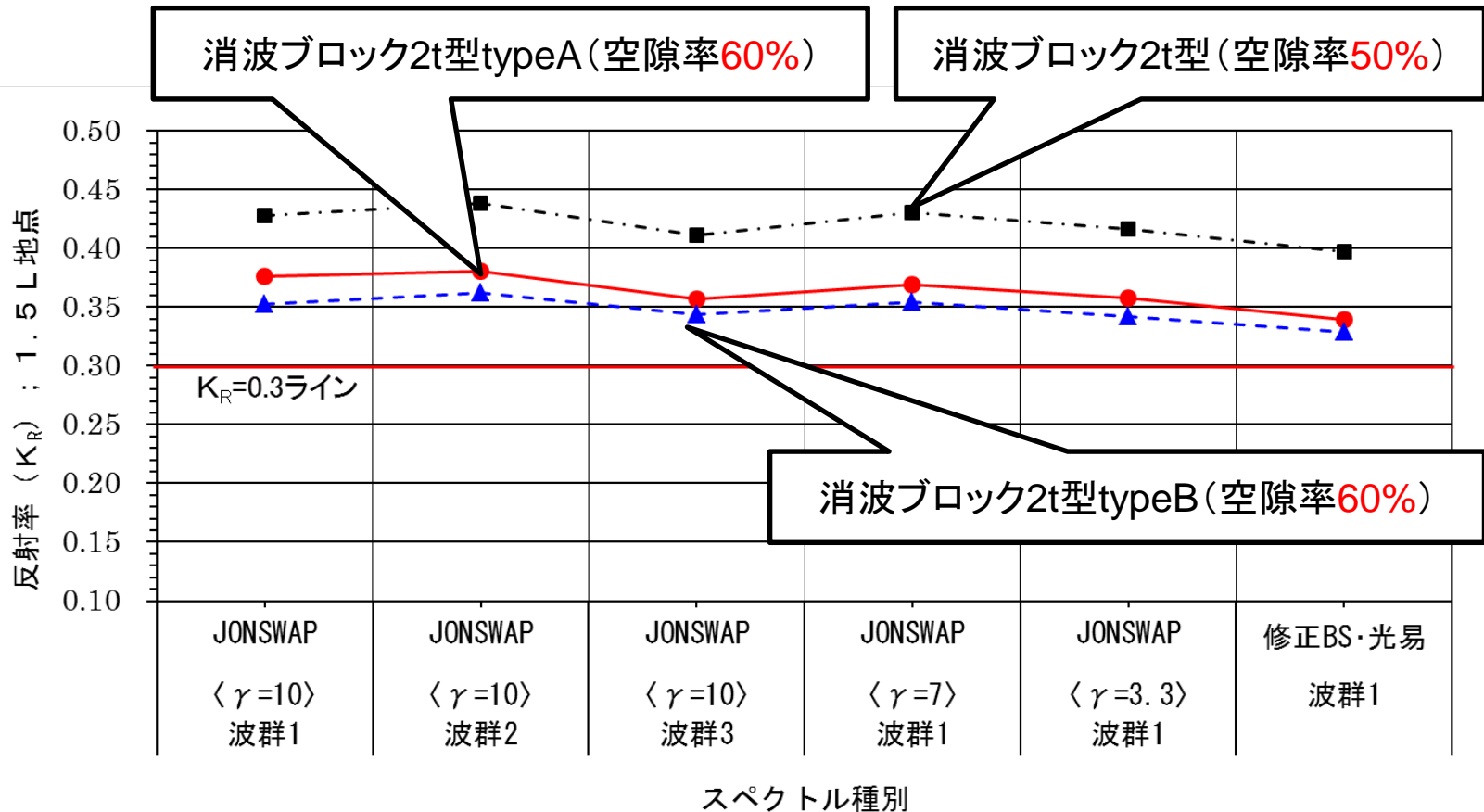
反射波実験結果(機能評価)

①消波ブロックの空隙率(一般型)

空隙率60%と空隙率50%の断面でそれぞれ測定

【結果】空隙率を大きくすると反射率が減少

⇒消波ブロック内のエネルギー減少に伴い、沖側への波エネルギーが減少

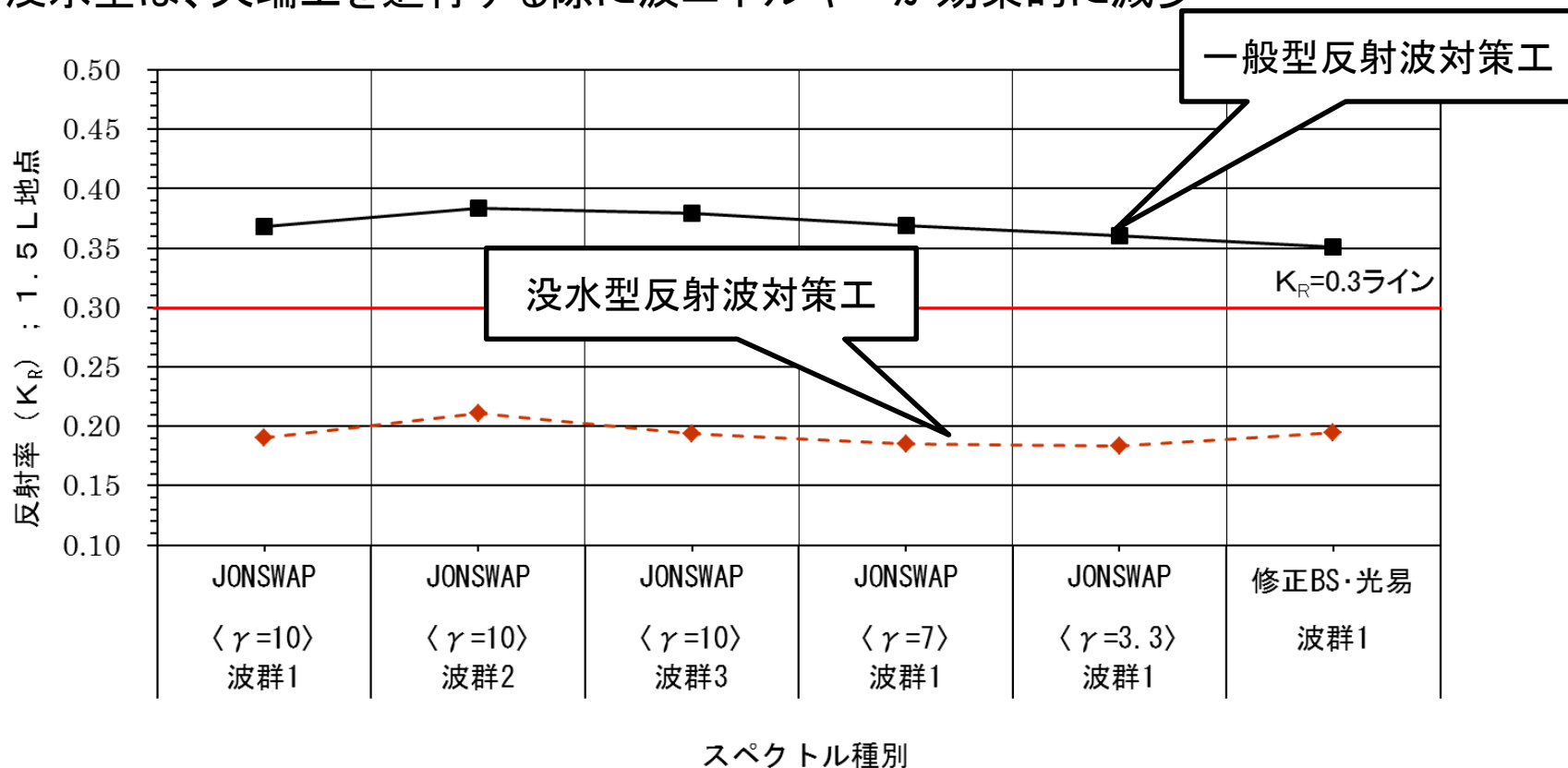


反射波実験結果(機能評価)

②一般型と没水型の比較

空隙率を50%で統一し、一般型と没水型で反射率を比較

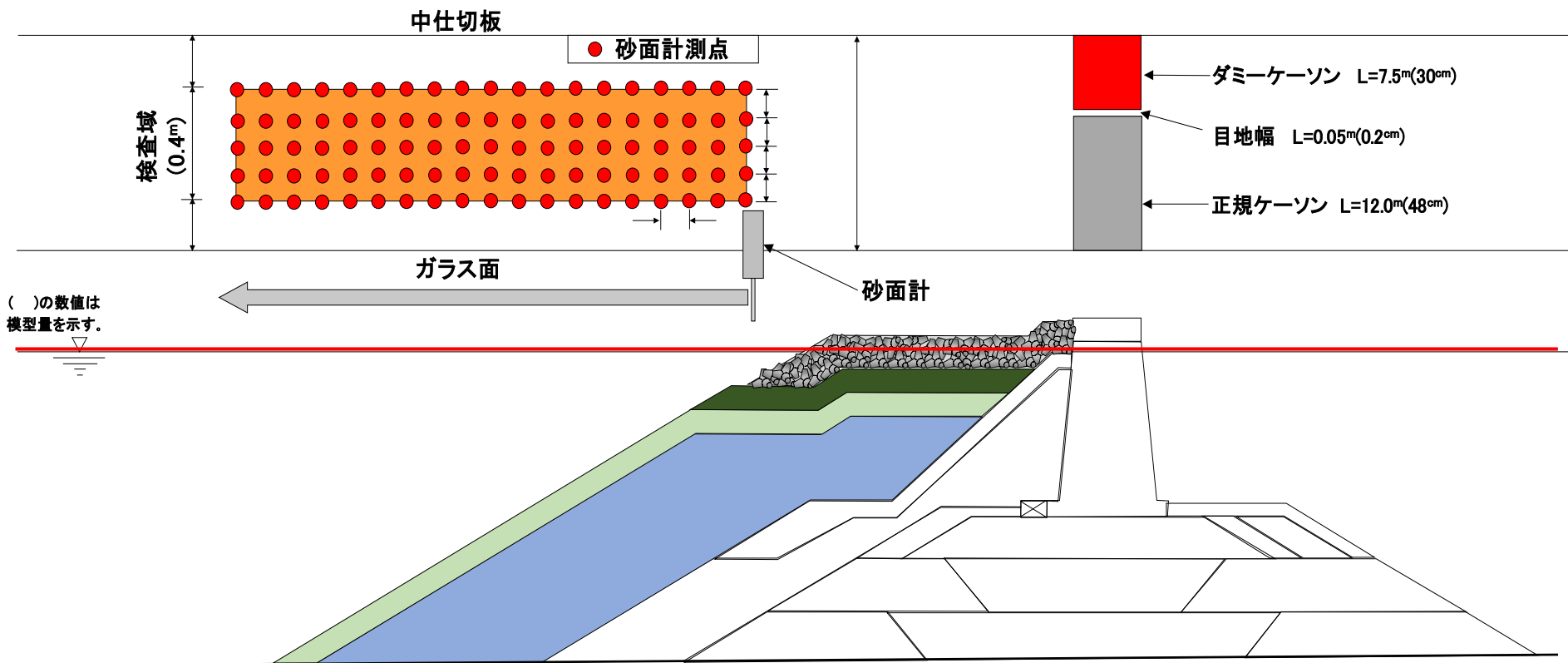
【結果】一般型は、全ての消波対象波において目標反射率0.3を**超過**
 没水型は、全ての消波対象波において目標反射率0.3を**満足**
 ⇒没水型は、天端上を進行する際に波エネルギーが効果的に減少



実験方法(安定実験)

- ・挙動検査域は、水路80cm内の中央40cmの消波ブロック、石材(被覆石、ずり石、捨石)を対象
- ・消波ブロックの挙動観察は、実験前の初期状況、波作用中及び実験後に目視で行う。同時に、写真、ビデオ撮影を行う。

検査領域図



安定実験(消波ブロック)

○消波ブロックの安定評価

・消波ブロックの移動と動揺の定義

評価	挙動の種類	挙動の内容
安定	安定	波作用によって動揺しない
	動揺	波作用によって揺れ動くが、 ほぼ元の位置にある
被害	移動	波作用によって元の位置から 1/2個以上移動する

【港湾の施設の技術上の基準・同解説 P556】より

・消波ブロックの安定性

安定性は被害率(D)をもとに評価・・・安全評価の許容値は被害率1%

$$D = \frac{n}{N_B} \times 100$$

D:被害率

N_B :ブロック総数

n:移動したブロック個数

【港湾の施設の技術上の基準・同解説 P556】より

安定実験(被覆石)

○被覆石の安定評価

- ・100kg～200kg/個
- ・10kg～30kg/個

・被覆石の安定性

安定	断面変形量は小さく、復旧が容易と判断される場合
不安定	断面変形量は大きく、復旧が困難と判断される場合

本実験では評価基準値を(±20cm)とし、5測線の平均値の最大断面変形量が評価基準値(±20cm)を超過した場合に不安定とした。





ケース2-2-1

安定実験結果

○一般型反射波対策工

【結果】

消波ブロックの耐安定性 **OK** 被覆石100~200kg/個の耐安定性 **NG**

○没水型反射波対策工

【結果】

消波ブロック及び被覆石ともに耐安定性 **OK**

ケースNo.		実験項目	実験断面	消波ブロック規格	波浪・潮位条件					水理機能および耐波安定性の総合評価					
主番	枝番				種類	潮位	波高 H _{1/3}	周期 T _{1/3}	スペクトル 波群	消波ブロックの耐波安定性		被覆石100~200kg/個の耐波安定性		被覆石10~30kg/個の耐波安定性	
										被害率 (%)	安定評価 (被害率:1.0%以下)	最大変形量 (cm)	安定評価 (許容値:±20cm以下)	最大変形量 (cm)	安定評価 (許容値:±20cm以下)
2-1	1	安定実験	一般型反射波対策工	消波ブロック typeA 2t型 (空隙率60%)	設計波	L.W.L. (±0.0m)	0.98m	12.7s	1	0.00	○	24.33	×	2.74	○
	2								0.00	○	13.11	○	4.27	○	
2-2	1	安定実験	没水型反射波対策工	消波ブロック 2t型 (空隙率50%)	設計波	L.W.L. (±0.0m)	0.98m	12.7s	1	0.00	○	0.00	○	0.00	○
	2								0.00	○	2.74	○	3.96	○	

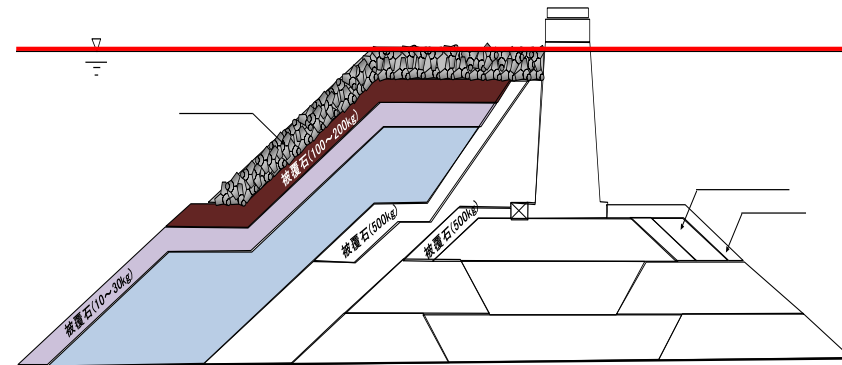
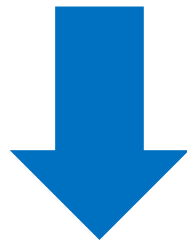
○没水型反射波対策工断面

【実験結果】

- ・ 設計波に対して、目標反射率を満足するとともに、安定性が確保された。

【評価】

- ・ 現地適用性が高く耐力の高い断面である。
- ・ 消波ブロック被覆範囲(堤幅及び下端高)を小規模化できれば、経済的な断面構築が可能



目標反射率を確保する消波ブロックの堤幅とし、かつ消波ブロックおよびその下層の被覆石を含めた総合的な安定を確保する断面について、今後も引き続き検討を行っていく。

ご静聴ありがとうございました