

長崎漁港における水理模型実験による 消波ブロックの安定性検討について



長崎県 長崎振興局

長崎港湾漁港事務所 漁港課

© 中山 幸輔

自己紹介

出身：長崎県五島市

趣味：お酒・魚釣り

職歴：環境部水環境対策課（H29～R1）

壱岐振興局建設課（R2～R4）※港湾漁港担当

長崎港湾漁港事務所漁港課（R5～）



目 次

1. 長崎漁港の役割
2. 現況と課題
3. 水理模型実験による改良設計
4. 総括
5. 長崎漁港の将来像
6. おわりに



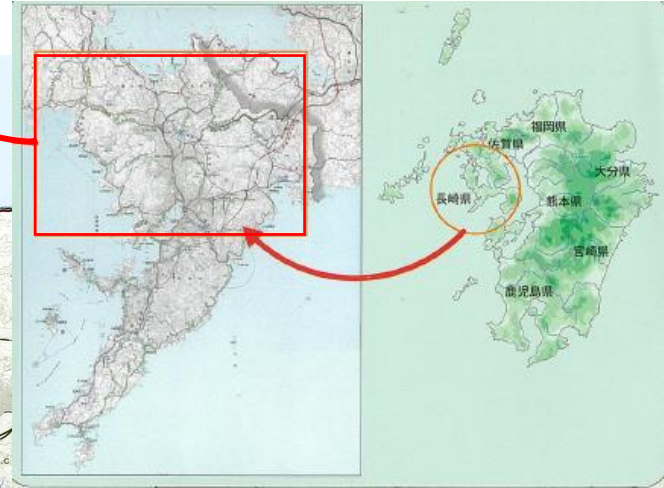
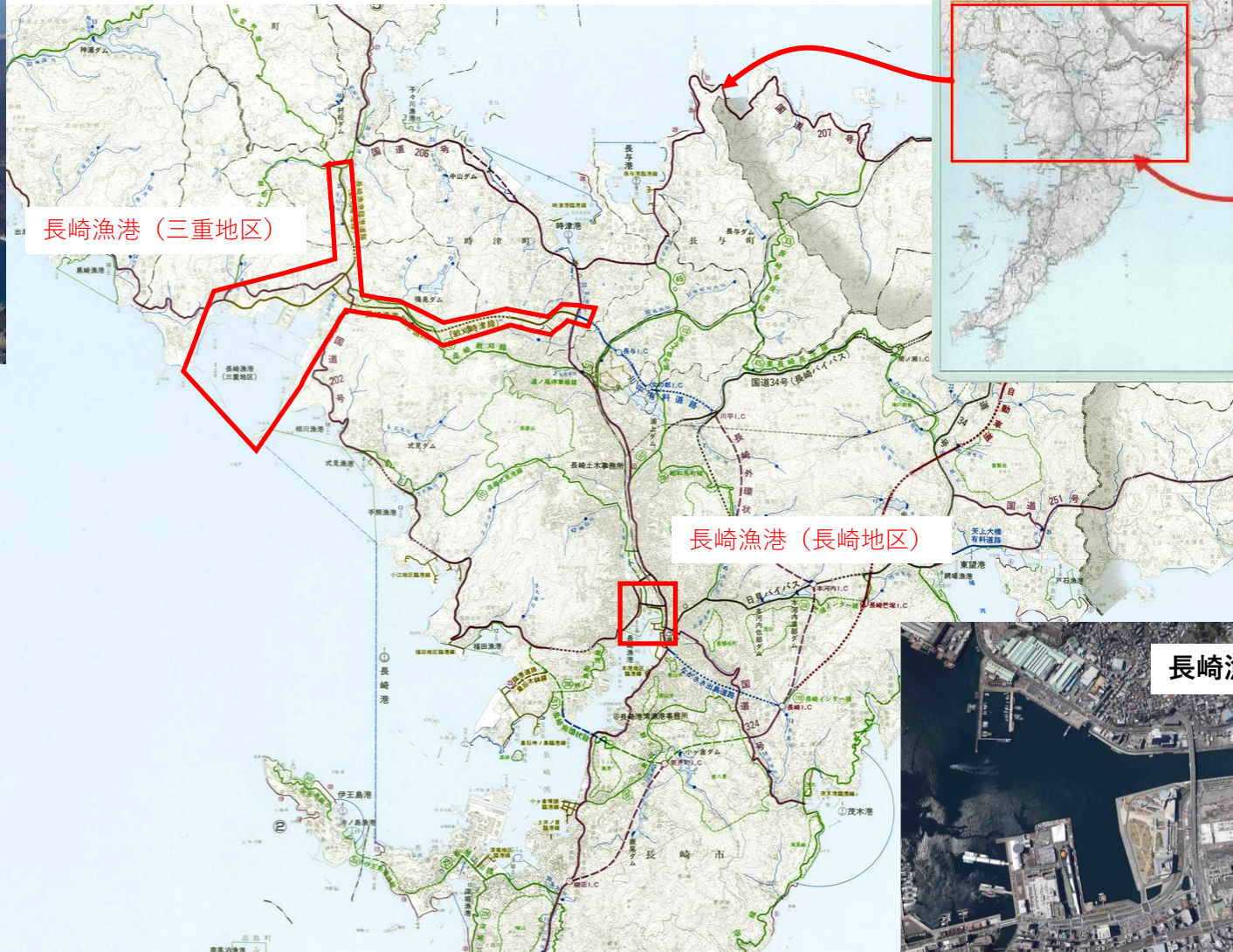
1. 長崎漁港の役割

～位置～

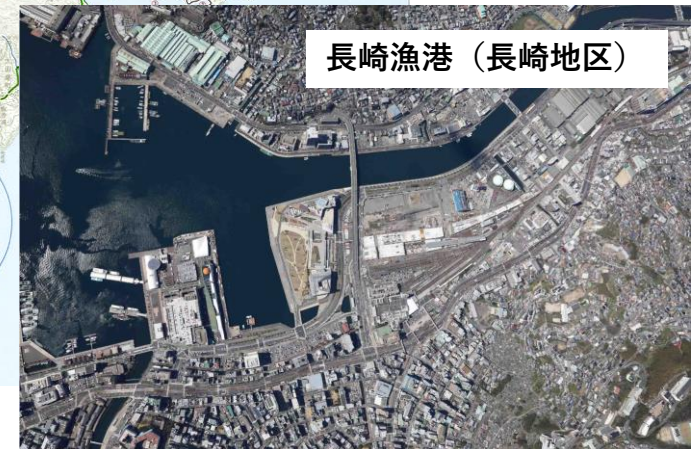
長崎漁港（三重地区）



長崎漁港（三重地区）



長崎漁港（長崎地区）



1. 長崎漁港の役割

～概要～

- 特定第3種漁港
- 陸揚量 5.7 万トン 全国 7 位 (令和3年)
- 陸揚金額 156 億円 全国 6 位 (令和3年)
- 魚種 250 種以上で豊富



1. 長崎漁港の役割

～都市部や海外へ流通～

- 5. 7万トンのうち
65%は県外へ流通
大阪 1万1千トン
東京 9千トン

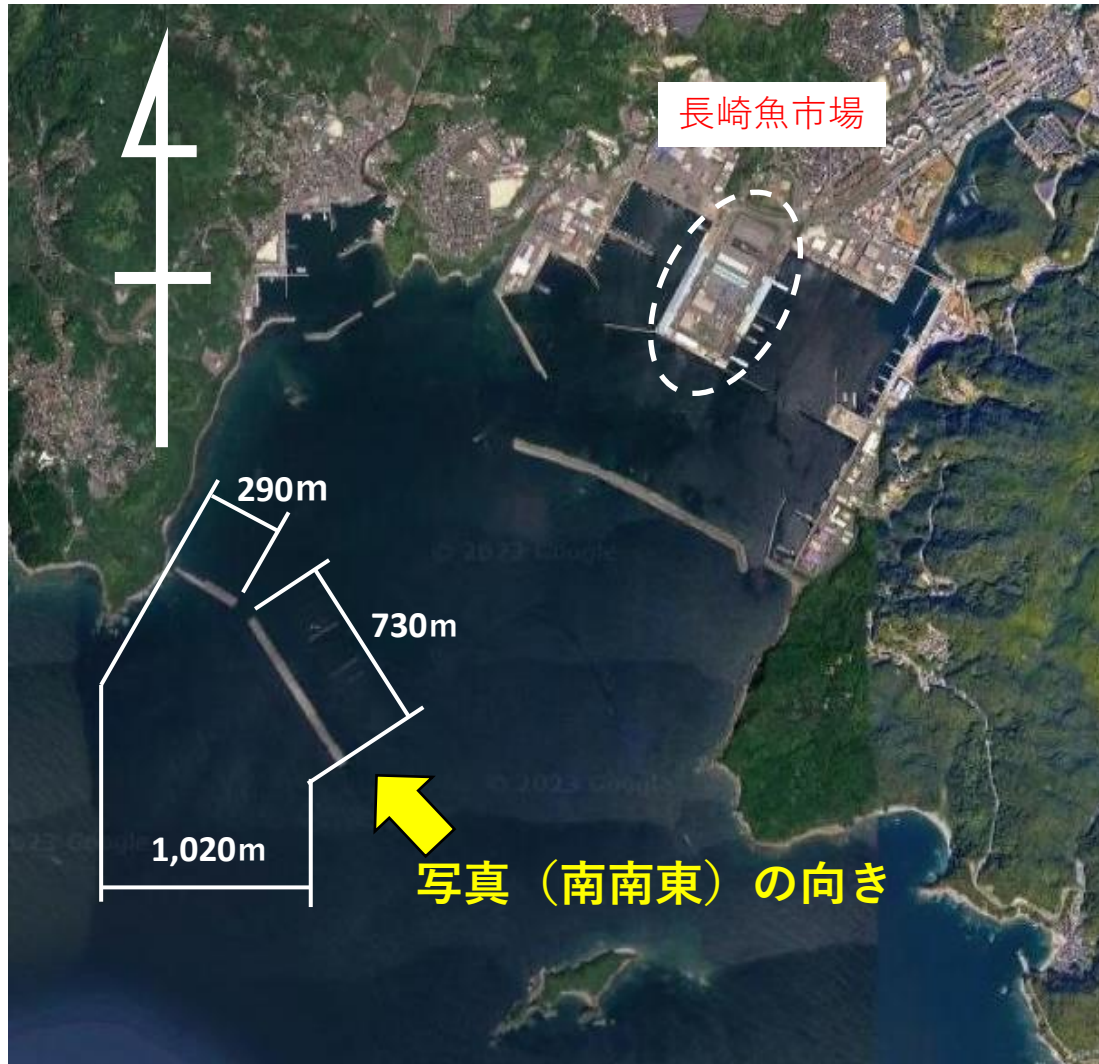
セリ状況



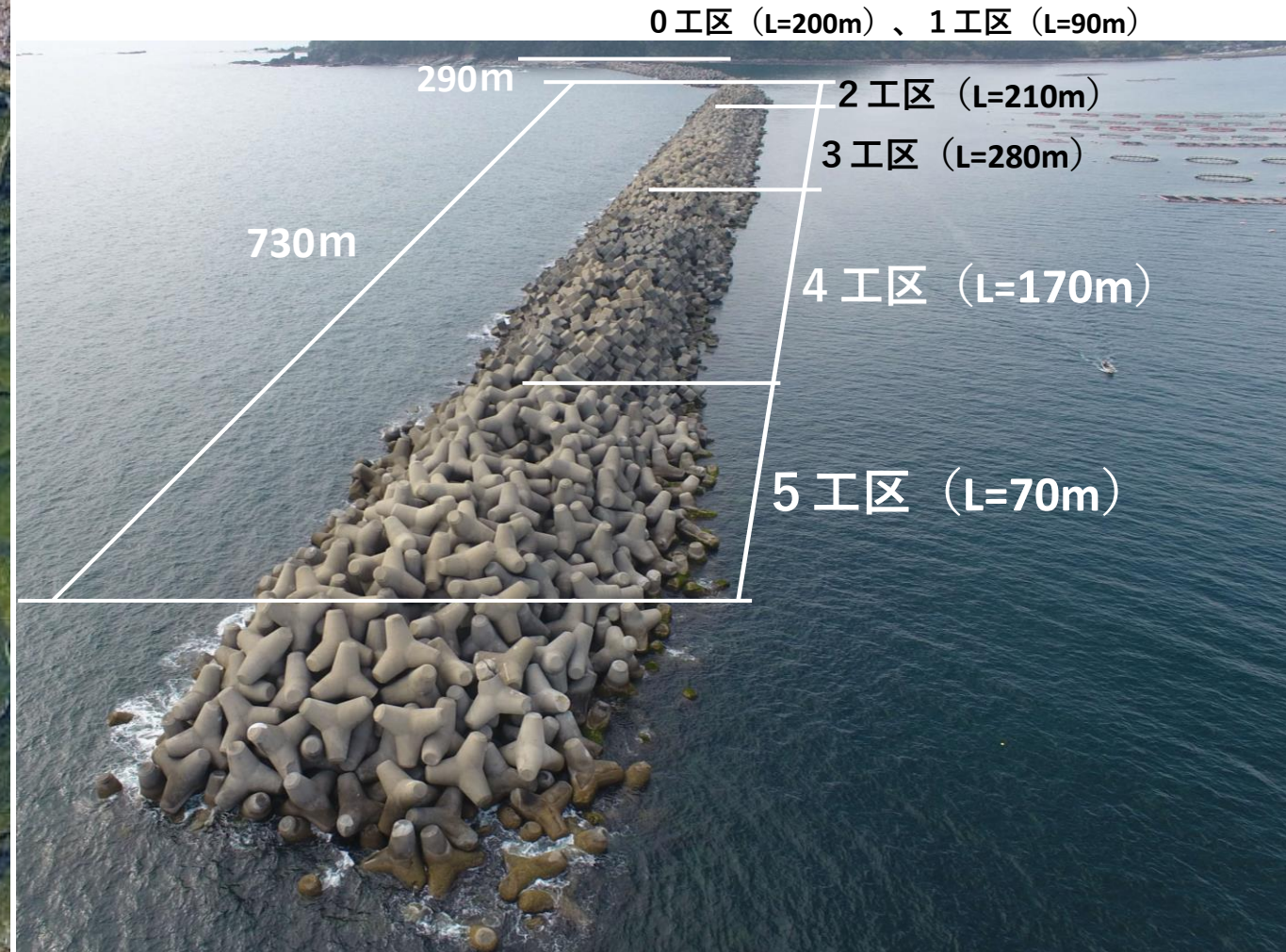
1. 長崎漁港の役割

～沖防波堤の概要～

航空写真



南南東方向からの近景写真



1. 長崎漁港の役割

～被災歴～



過去の被災状況

昭和62年には、南防波堤が被災

※湾奥には、長崎魚市場が位置している。

施設が被災した場合、流通機能が停止、地域経済に甚大な影響



目 次

1. 長崎漁港の役割
2. 現況と課題
3. 水理模型実験による改良設計
4. 総括
5. 長崎漁港の将来像
6. おわりに

2. 現況と課題

令和3年度に新沖波で機能診断実施

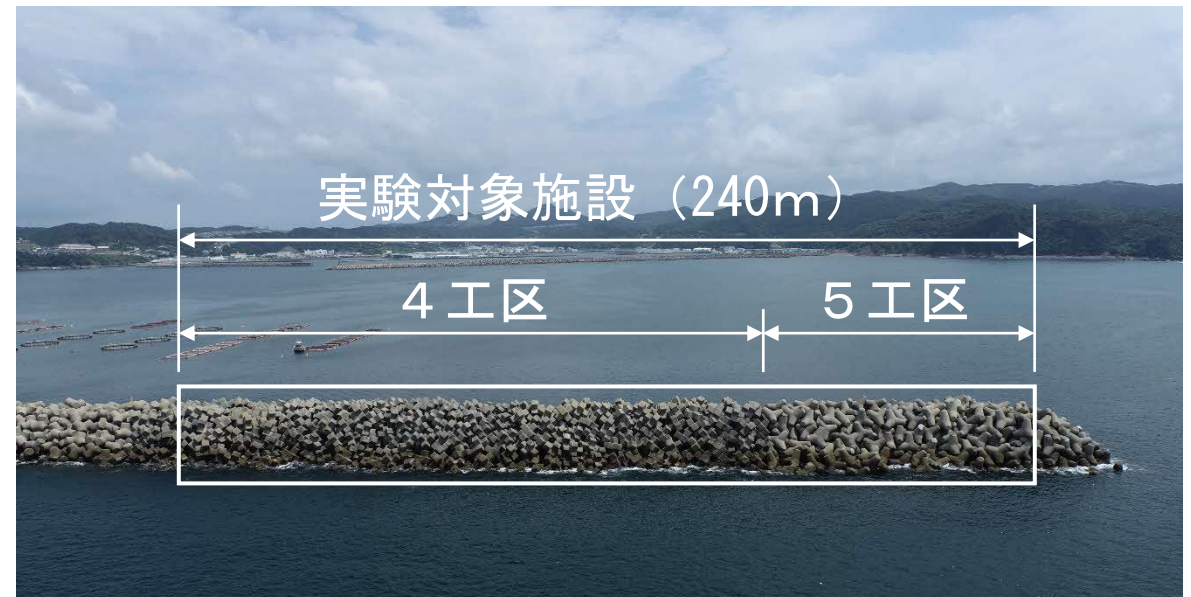
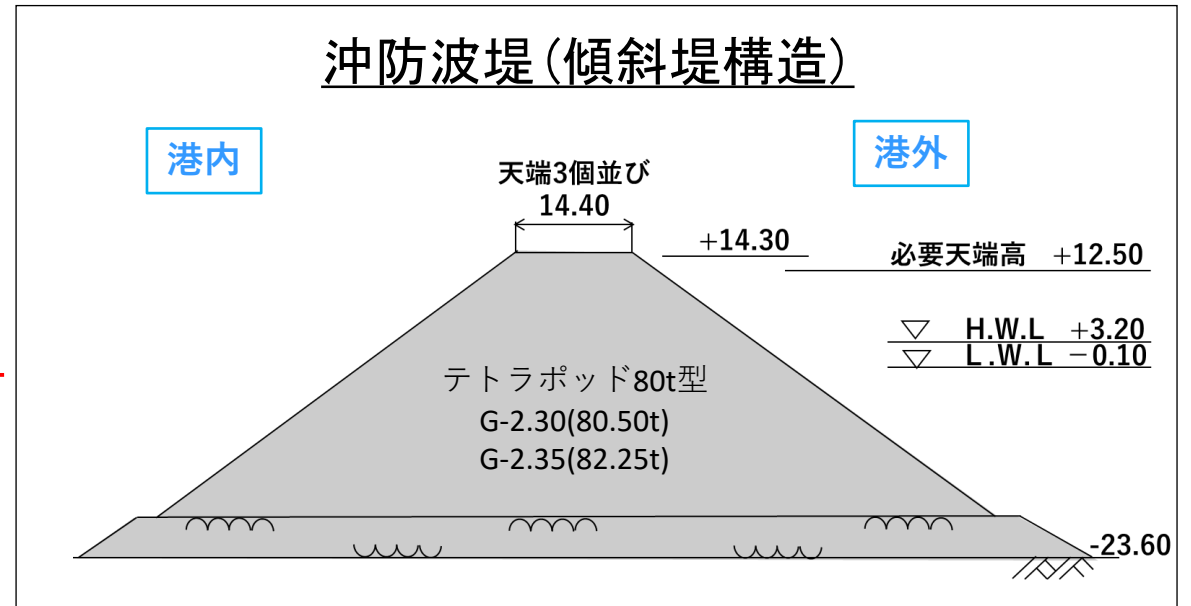
施設延長1,020mのうち240m区間において消波ブロックの質量不足が判明

- 改良に、莫大な事業費が必要
- 事業効果の早期発現が見込めない

一般的な改良断面と異なる断面を検討し、課題解決

水理模型実験による安定性検討

沖防波堤(傾斜堤構造)



目 次

1. 長崎漁港の役割
2. 現況と課題
3. 水理模型実験による改良設計
4. 総括
5. 長崎漁港の将来像
6. おわりに

3. 水理模型実験による改良設計 ～現況断面の精査～

●ハドソン式による質量算定結果

- ・ 4、5工区において所要質量が不足

4工区 (No.70～240) : 六脚ブロック : 80t型

5工区 (No.15～70) : テラレット : 80t型

4工区 ($\gamma=2.65$) : 所要質量 103.596t > 現況質量 93.018t

5工区 ($\gamma=2.35$) : 所要質量 237.354t > 現況質量 82.250t



ハドソン式 : ブロック等の密度 (ρ_v) が大きいほど
所要重量Wは小さくなる。

$$W = \frac{\rho_v H^3}{KD \cot \theta (\rho_v / \rho - 1)^3}$$

4工区 ($\gamma=2.75$) : 所要質量 89.823t < 実重量 96.529t

5工区 ($\gamma=2.95$) : 所要質量 96.821t < 実重量 103.250t

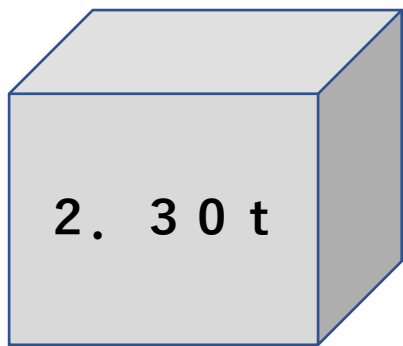
ハドソン式

ブロック体積 (35m³) × コンクリート比重 (2.95)

3. 水理模型実験による改良設計

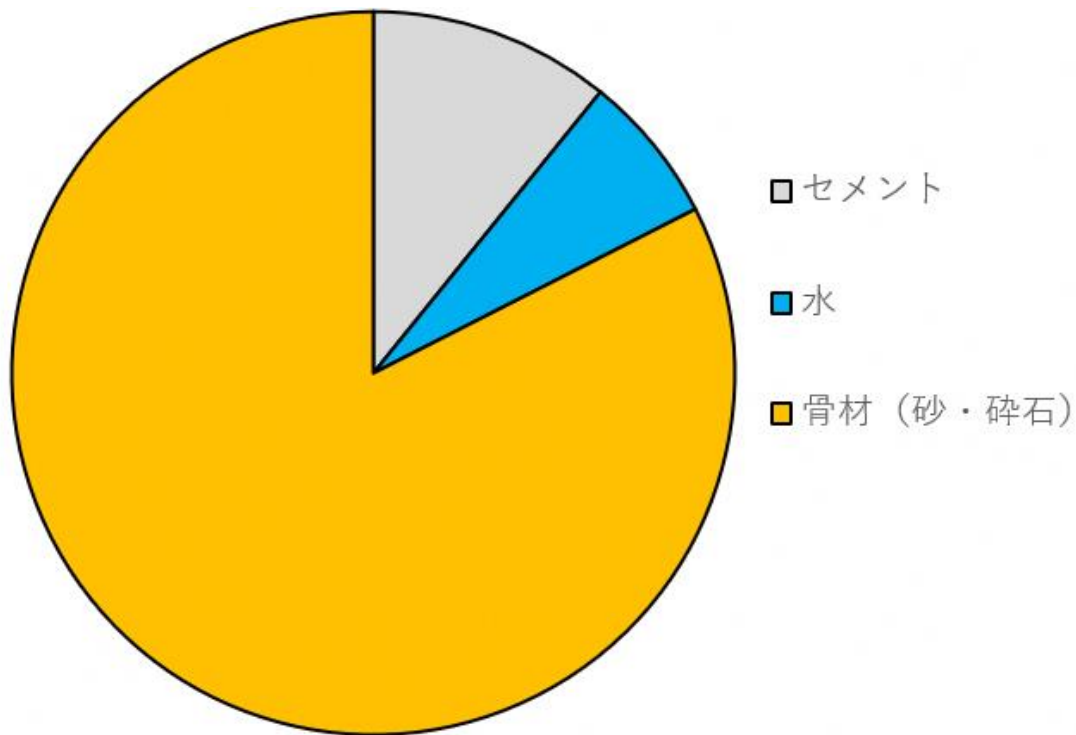
～高比重コンクリートについて～

コンクリート 2. 3 0 t

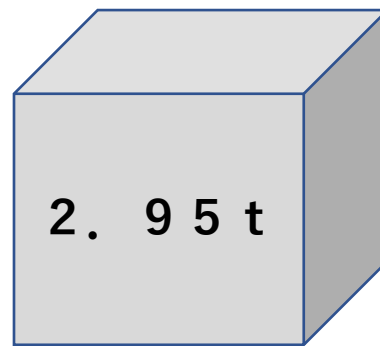


【配合量の割合】

セメント	1 1 %
水	7 %
骨材 (砂・碎石)	8 2 %



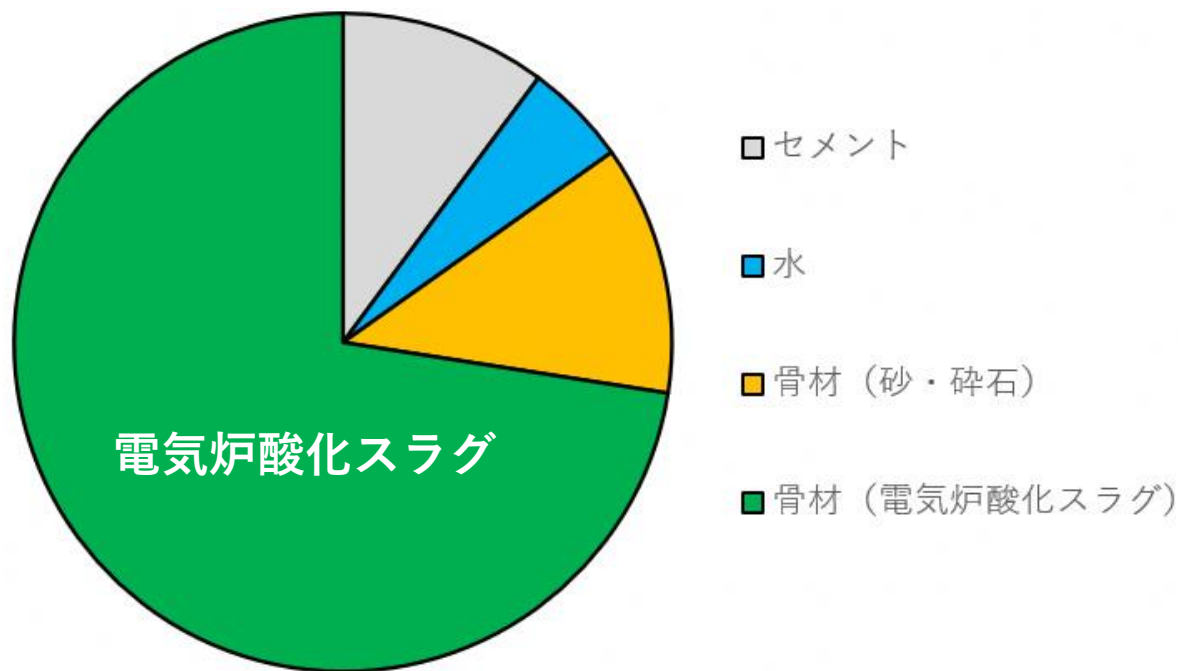
高比重コンクリート 2. 9 5 t



【配合量の割合 (想定)】

セメント	1 0 %
水	5 %
骨材 (砂・碎石)	1 2 %
骨材 (電気炉酸化スラグ)	7 3 %

⇒精練工程から得られる副産物



3. 水理模型実験による改良設計 ～改良断面の検討～

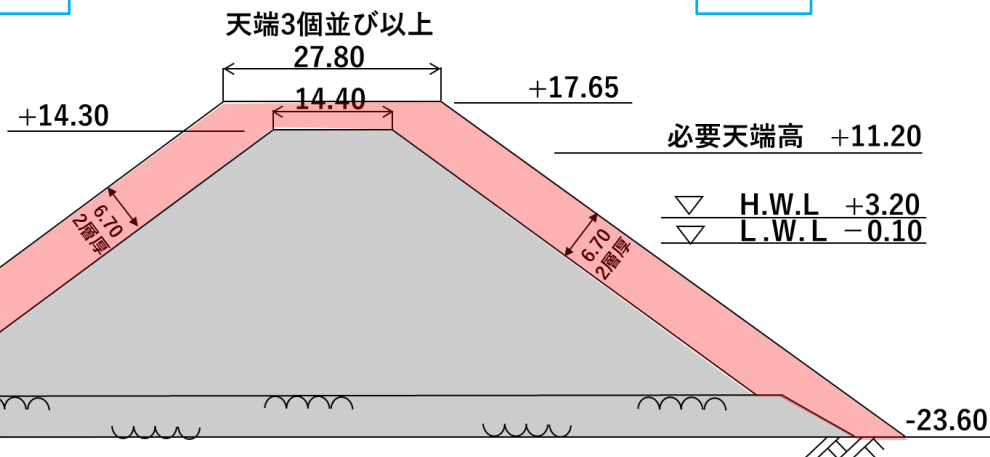
●改良断面の検討

- ・ 高比重コンクリート ($G=2.95$) を使用
- ・ 港外側のみを2層厚被覆し、改良

一般的な改良断面

港内

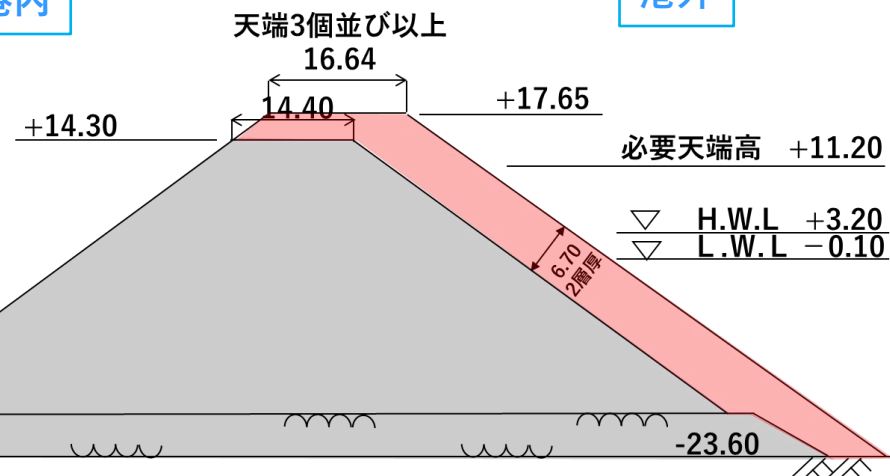
港外



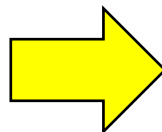
検討された改良断面 (実験断面)

港内

港外



港外側のみを被覆
(一般的で無い)



模型実験

3. 水理模型実験による改良設計 ～水理模型実験のフロー～

条件 設定

- ・ 検討潮位・波数・波群数等の設定・模型製作
- ・ 設計波の再現

実験

- ・ 消波ブロック安定実験（現況断面）
- ・ 消波ブロック安定実験（改良断面）

解析

- ・ 被害率算定
- ・ 安定性評価

（業務期間）
約 2 9 0 日

3. 水理模型実験による改良設計 ～条件設定～

・ 検討潮位および波浪条件

波 浪	工 区	潮 位 (m)	周 期 $T_{1/3}$ (s)	波 高 $H_{1/3}$ (m)	波 数	波群数	摘 要
①	5	H. W. L.	15.5	13.3	1000	3	不規則波
②	4	D. L. +3.20		11.7			

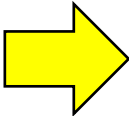
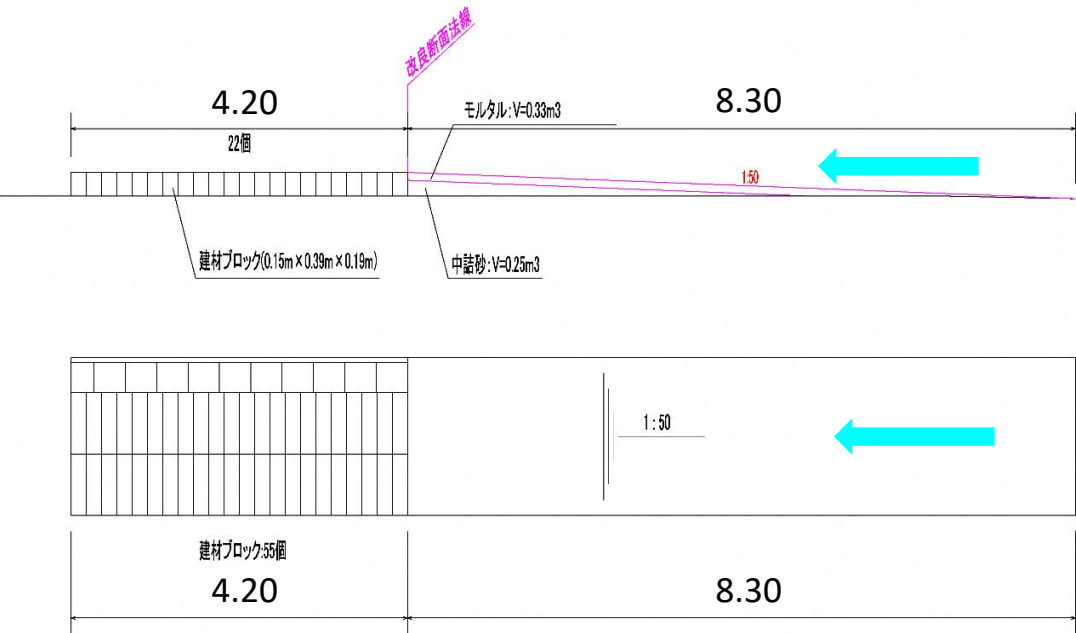
・ 実験縮尺 (1 / 60)

項目	物理量	縮尺	現地諸元	模型諸元
寸法	lr	1/60	1.0m	1.7cm
波高・波長	$Hr=lr$	1/60	13.3m	22.2cm
周期	$Tr=lr^{1/2}$	1/7.75	15.5s	2.00s
質量	$Mr=lr^3$	1/216,000	1000kg	4.6g

・ 海底床模型

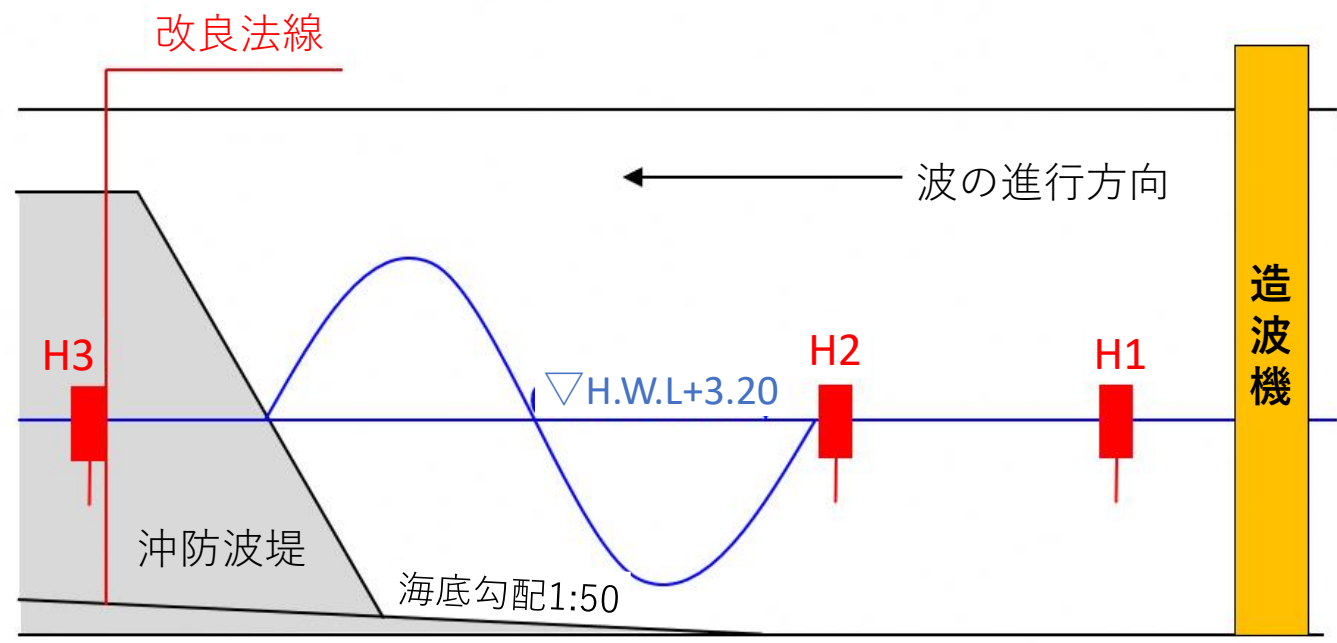
型製作図
u;m

V:H=1:0.5



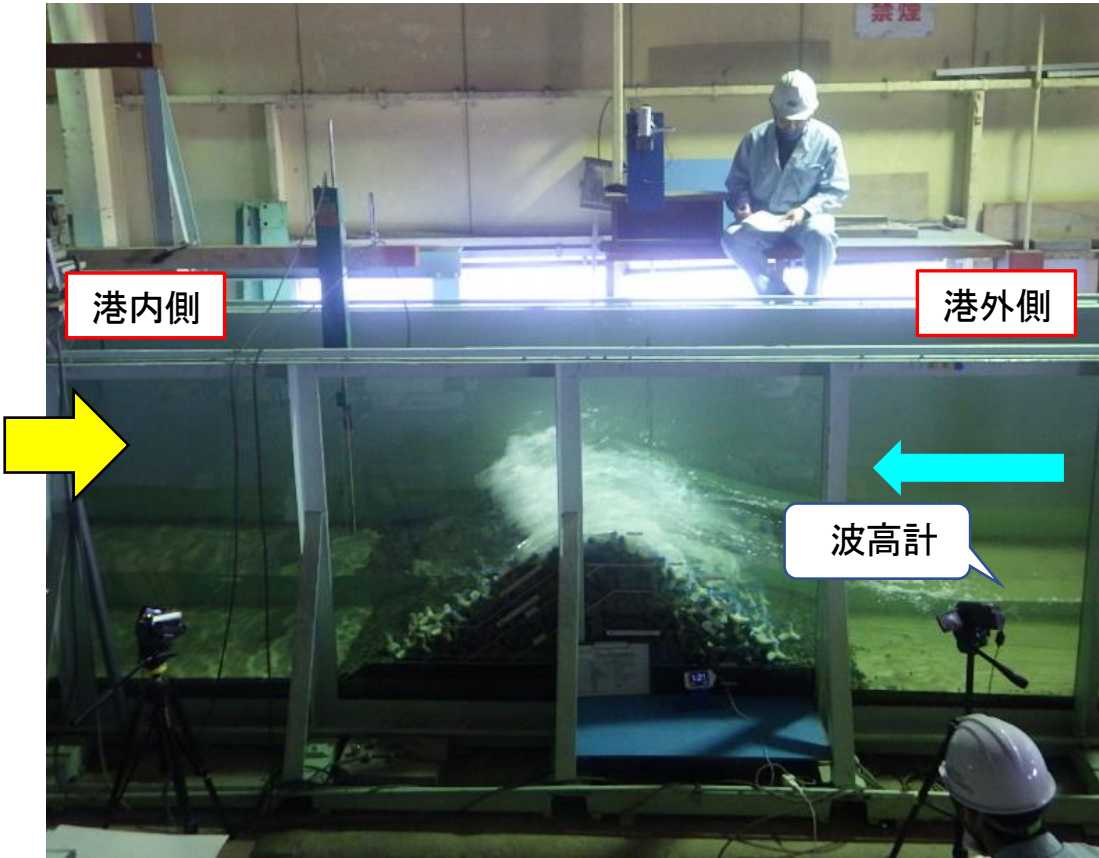
3. 水理模型実験による改良設計 ～設計波の再現～

波高検定



【実験波の検定】

波 浪	工 区	潮 位 (m)	周 期 $T_{1/3}$ (s)	波 高 $H_{1/3}$ (m)	波 数	波群数	摘 要
①	5	H. W. L.	15.5	13.3	1000	3	不規則波
②	4	D. L. +3.20		11.7			



3. 水理模型実験による改良設計 ～実験結果の評価方法～

・被害の定義

判定の分類		定義
安定	安定	波の作用によって動揺しないもの
	動揺	波の作用によって動揺するが、ほぼ元の位置にあるもの
被害	移動	ブロックの長さの1/2～1個程度以上移動したブロック

・安定性の評価

安定性の評価には、被害率を用い許容被害率を1%とした。

※港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成30年版）

$$n = (nd / N) \times 100 \quad (\%)$$

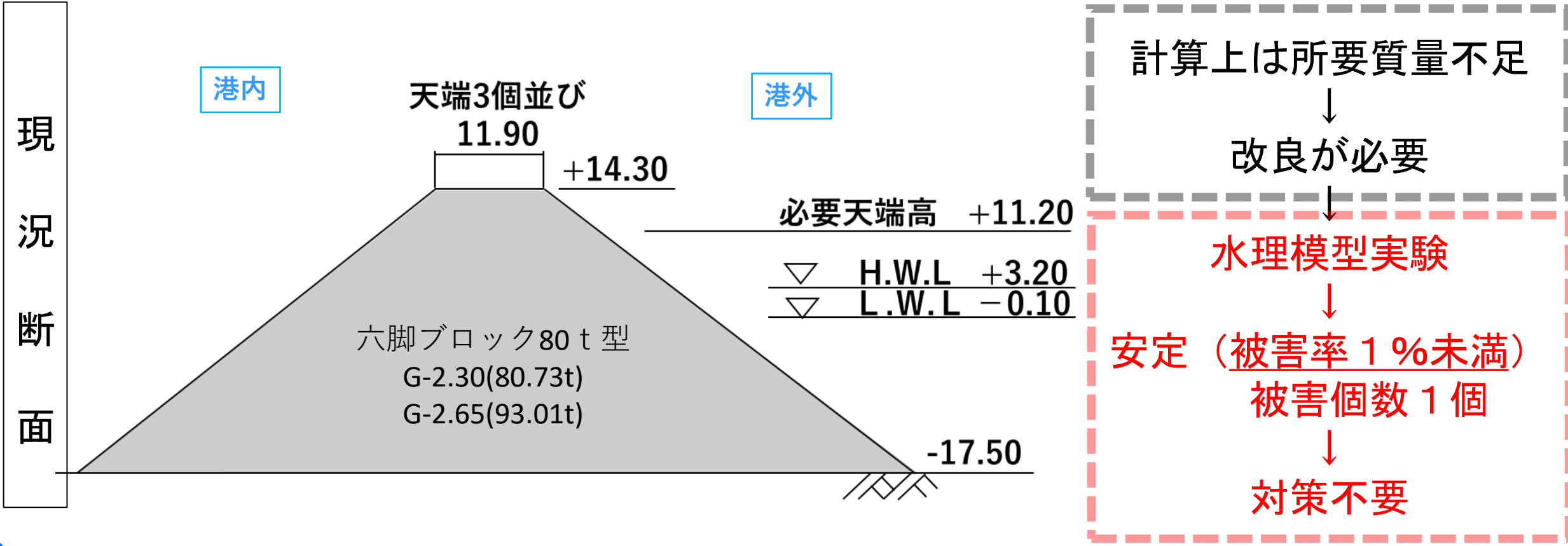
ここに、

n：被害率、nd：被害ブロック個数、N：対象ブロック個数

3. 水理模型実験による改良 ～実験ケース及び結果～

【4工区（現況）】 六脚ブロック：80 t 型

条件	コンクリート密度	: 2.65, 2.30	波数	: 1000
	周期 (T1/3s)	: 15.5	群波数	: 3
	波高 (H1/3m)	: 11.7		



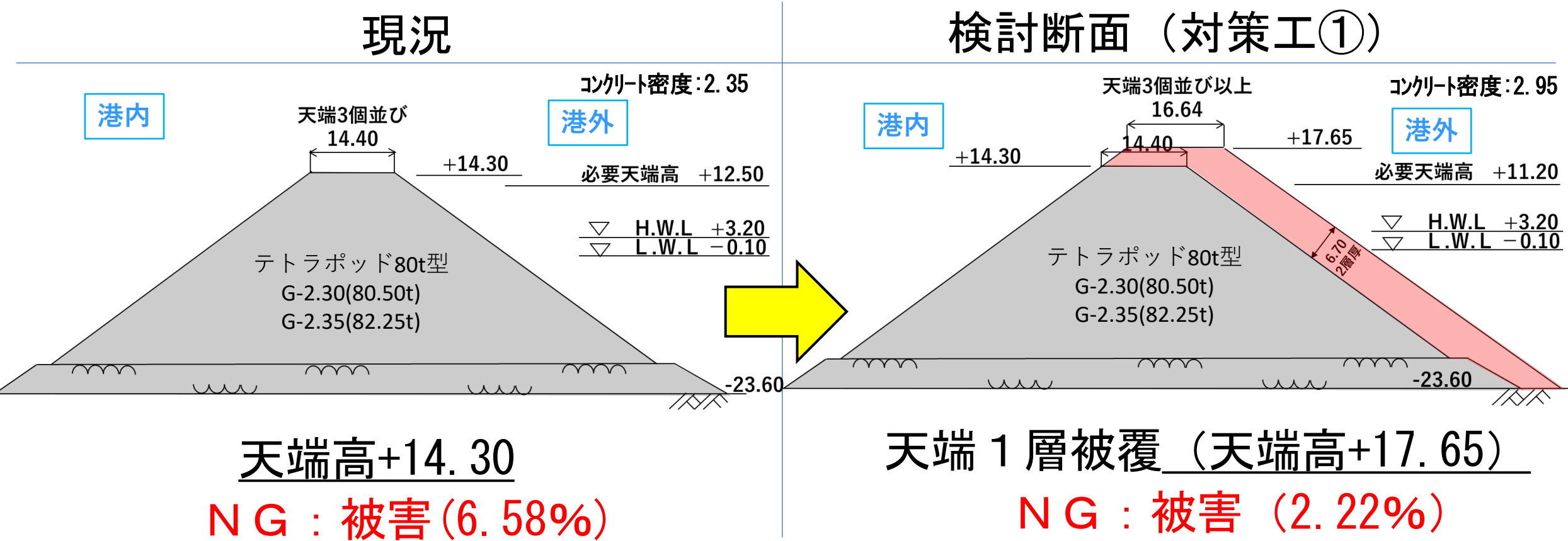
3. 水理模型実験による改良

～実験ケース及び結果～

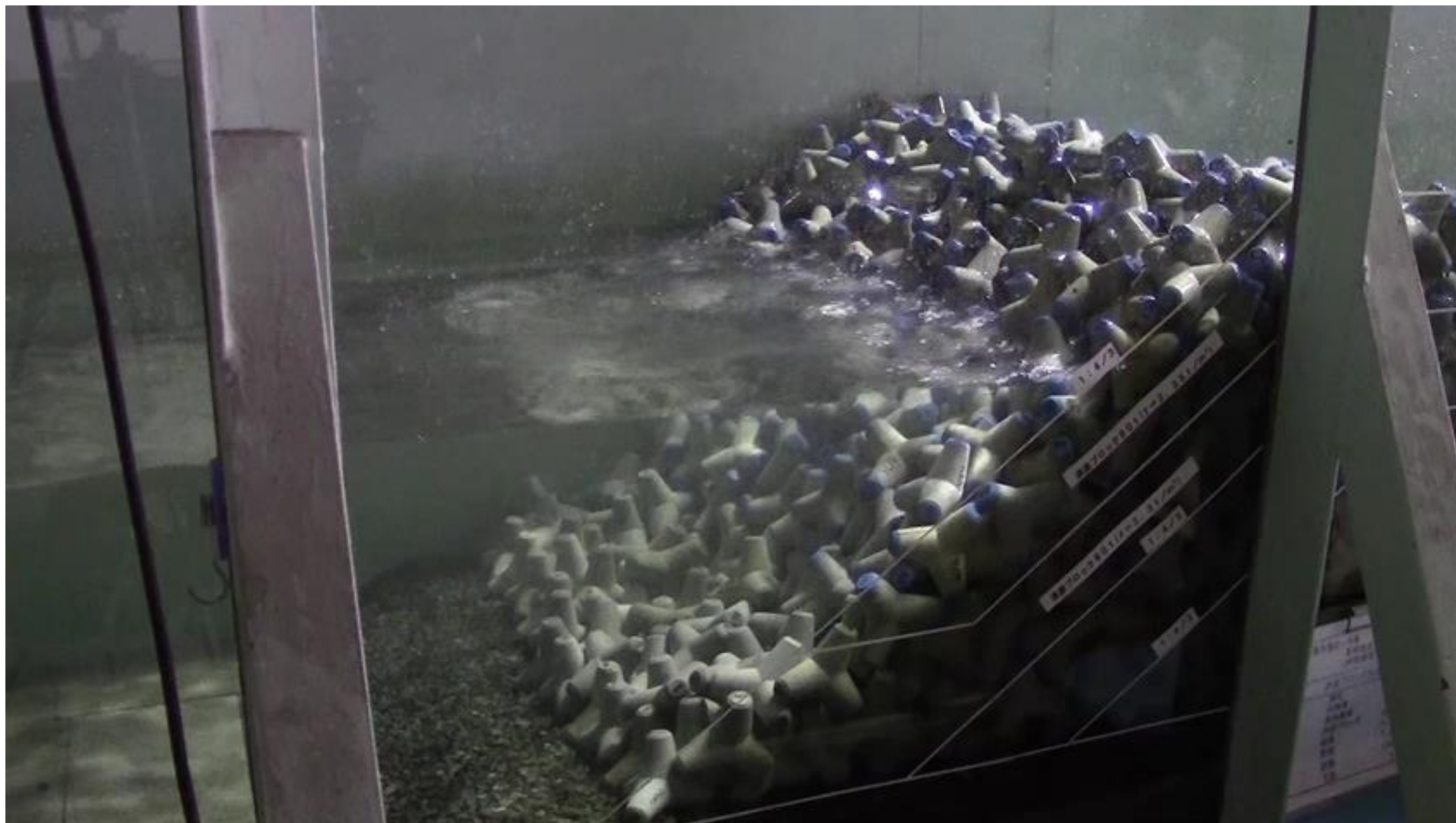
【5工区】

テトラポッド：80t型

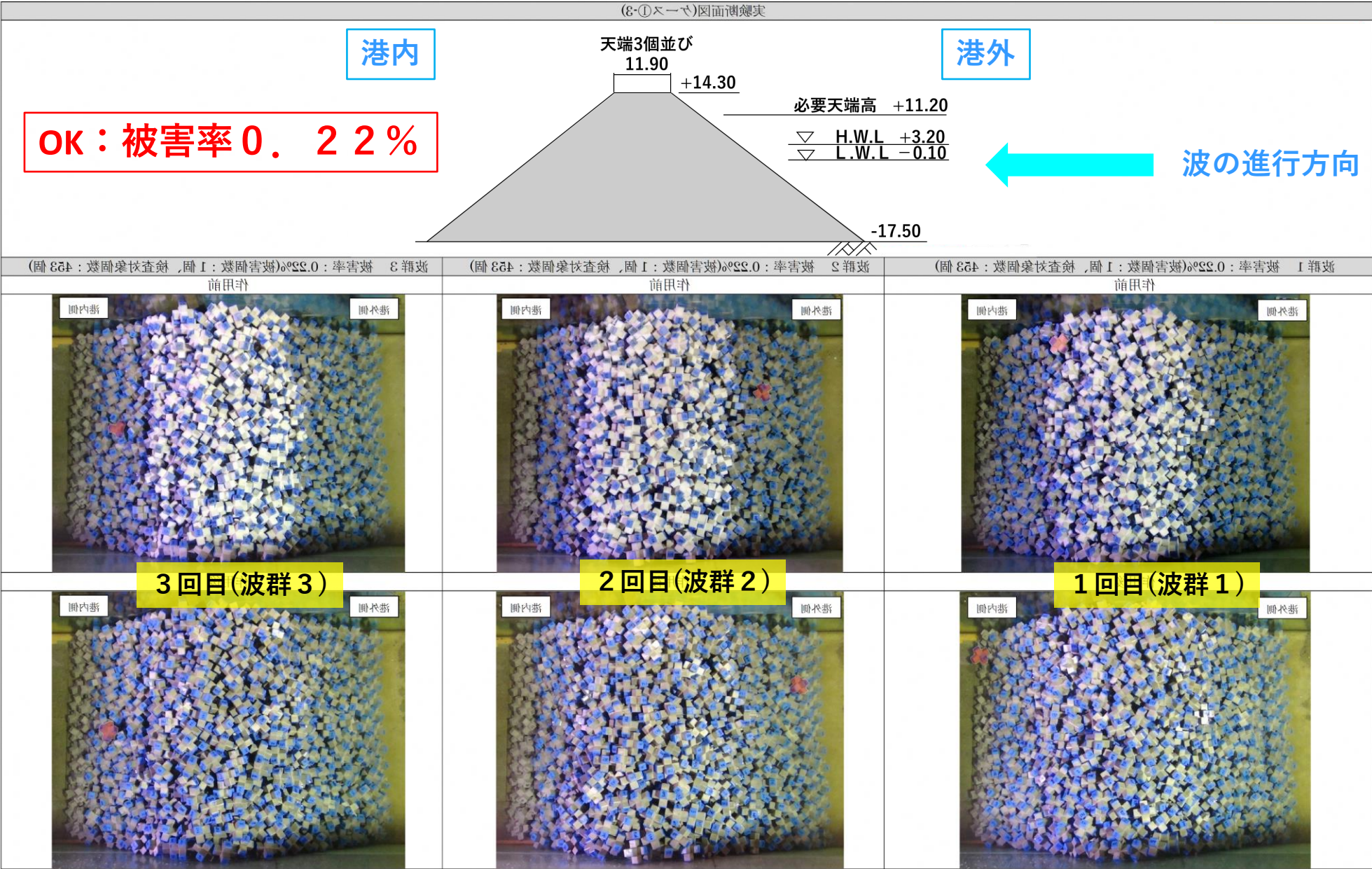
条件	コンクリート密度	: 2.95 (2.35)	波数	: 1000
	周期 (T1/3s)	: 15.5	群波数	: 3
	波高 (H1/3m)	: 13.3		



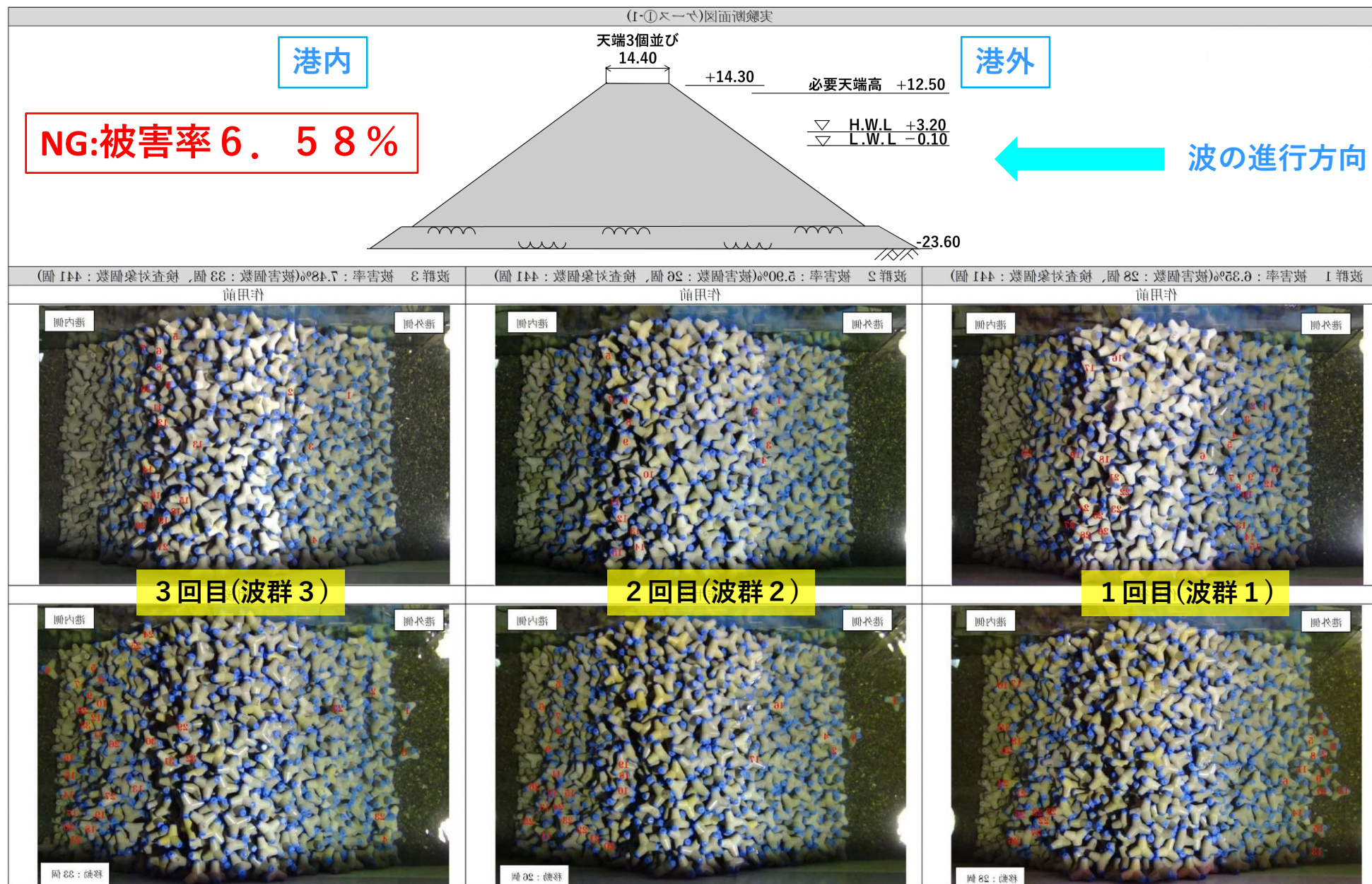
3. 水理模型実験による改良設計 ～実験映像～



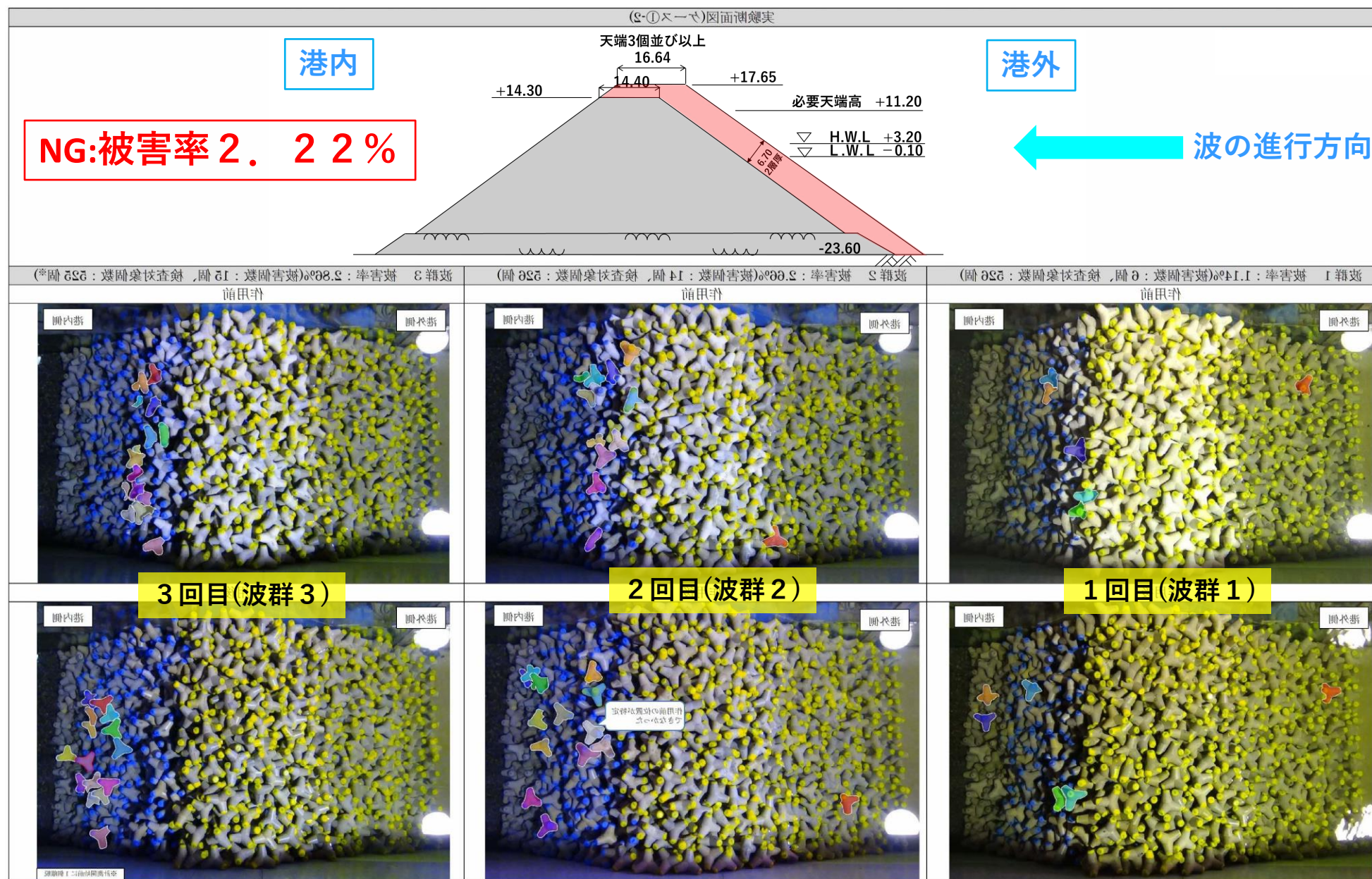
3. 水理模型実験による改良設計 ～実験結果(4工区現況)～



3. 水理模型実験による改良設計 ～実験結果(5工区現況)～



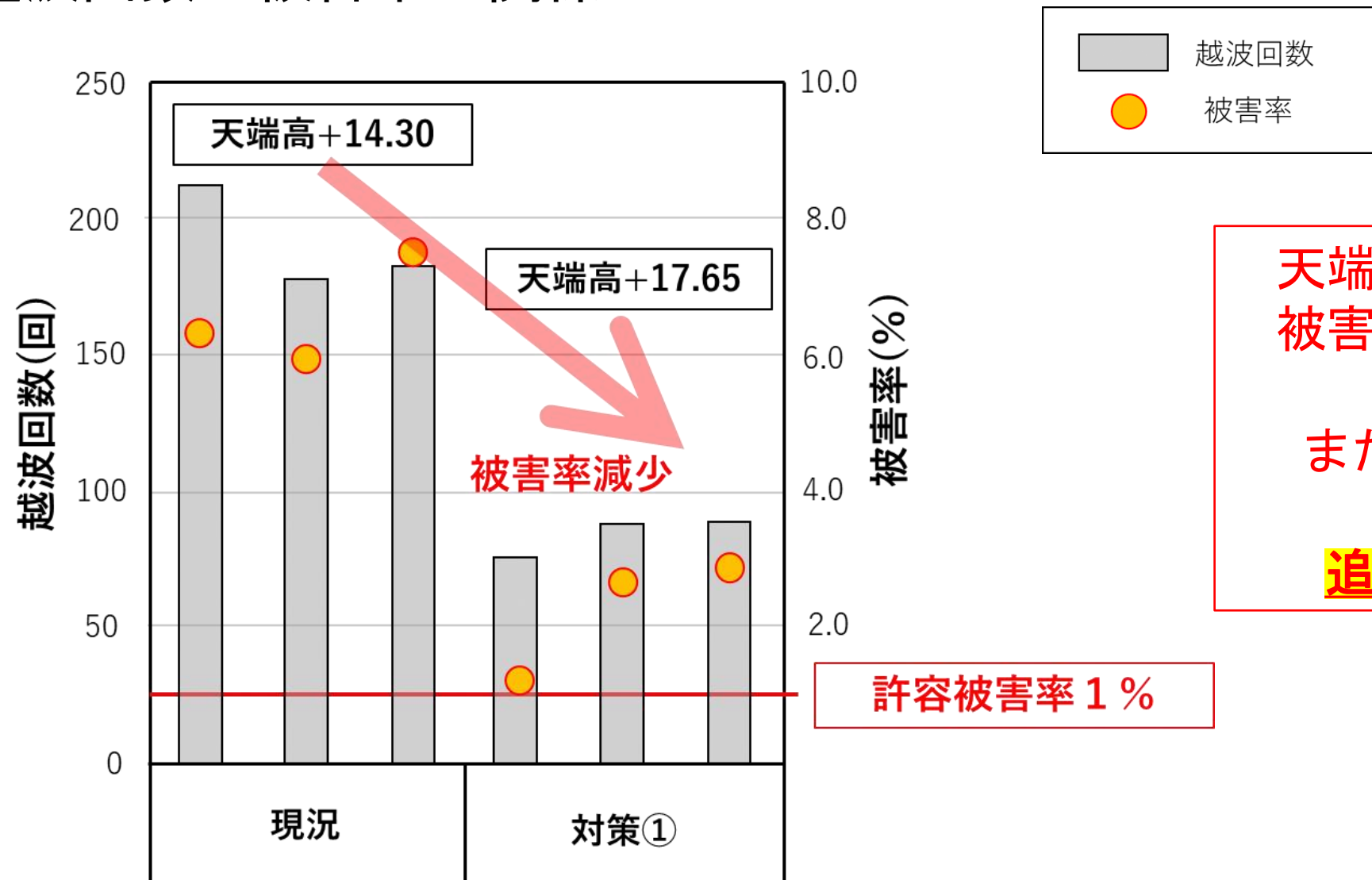
3. 水理模型実験による改良設計 ～実験結果(対策工①)～



3. 水理模型実験による改良設計

～実験結果～

・越波回数と被害率の関係



天端が高くなることで
被害率が減少している

↓
まだ被害率 1 %以上

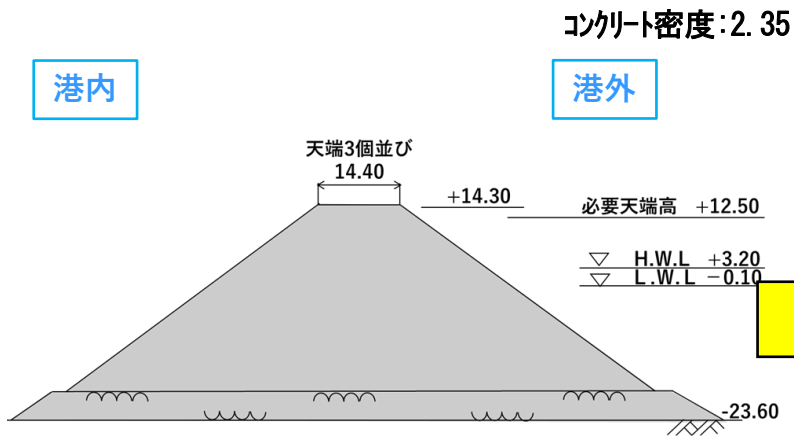
↓
追加で検討が必要

3. 水理模型実験による改良 ～追加検討実験ケース～

5 工区

条件	コンクリート密度	: 2.95 (2.35)	波数	: 1000
	周期 (T1/3s)	: 15.5	群波数	: 3
	波高 (H1/3m)	: 13.3		

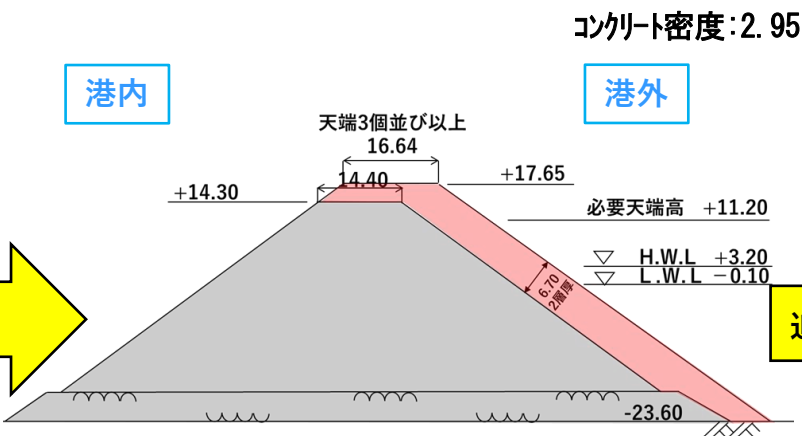
現況



天端高+14.30

NG : 被災 (6.28%)

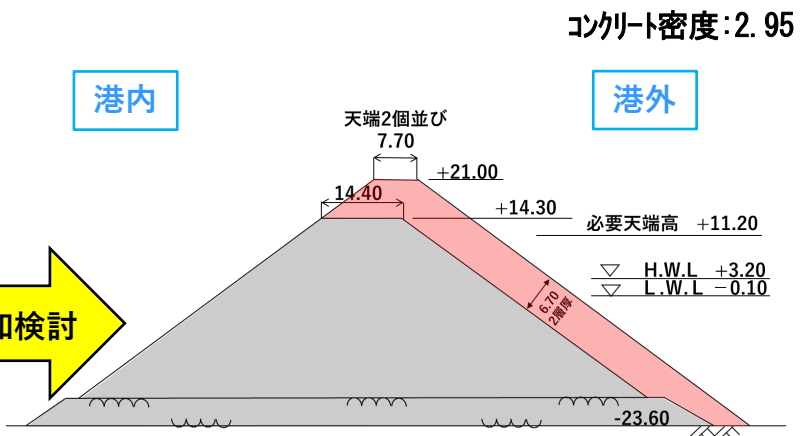
対策工①



天端 1 層被覆 (天端高+17.65)

NG : 被災 (2.22%)

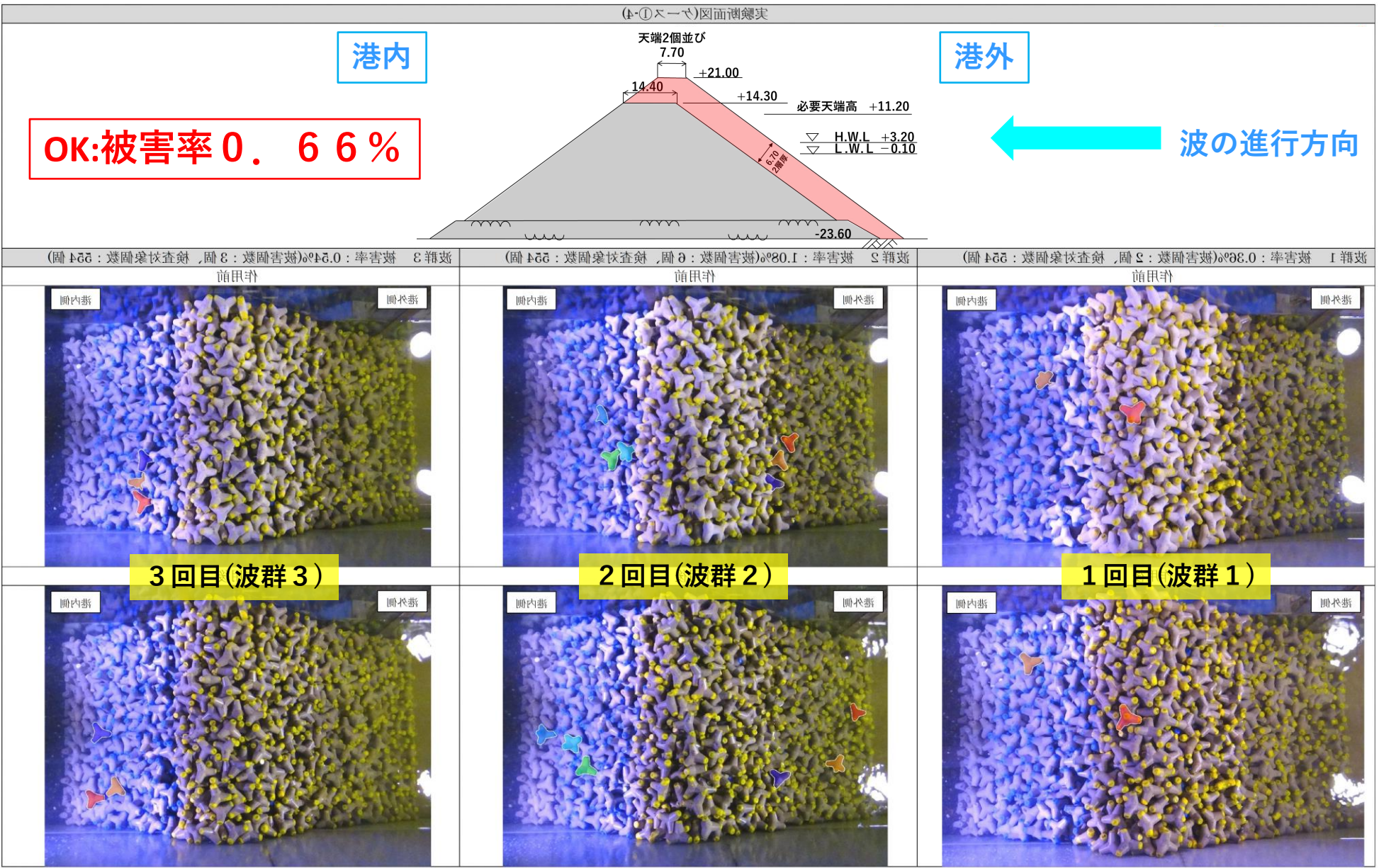
対策工②



天端 2 層被覆 (天端高+21.00)

OK : 安定断面 (0.66%)

3. 水理模型実験による改良設計 ～実験結果(対策工②)～



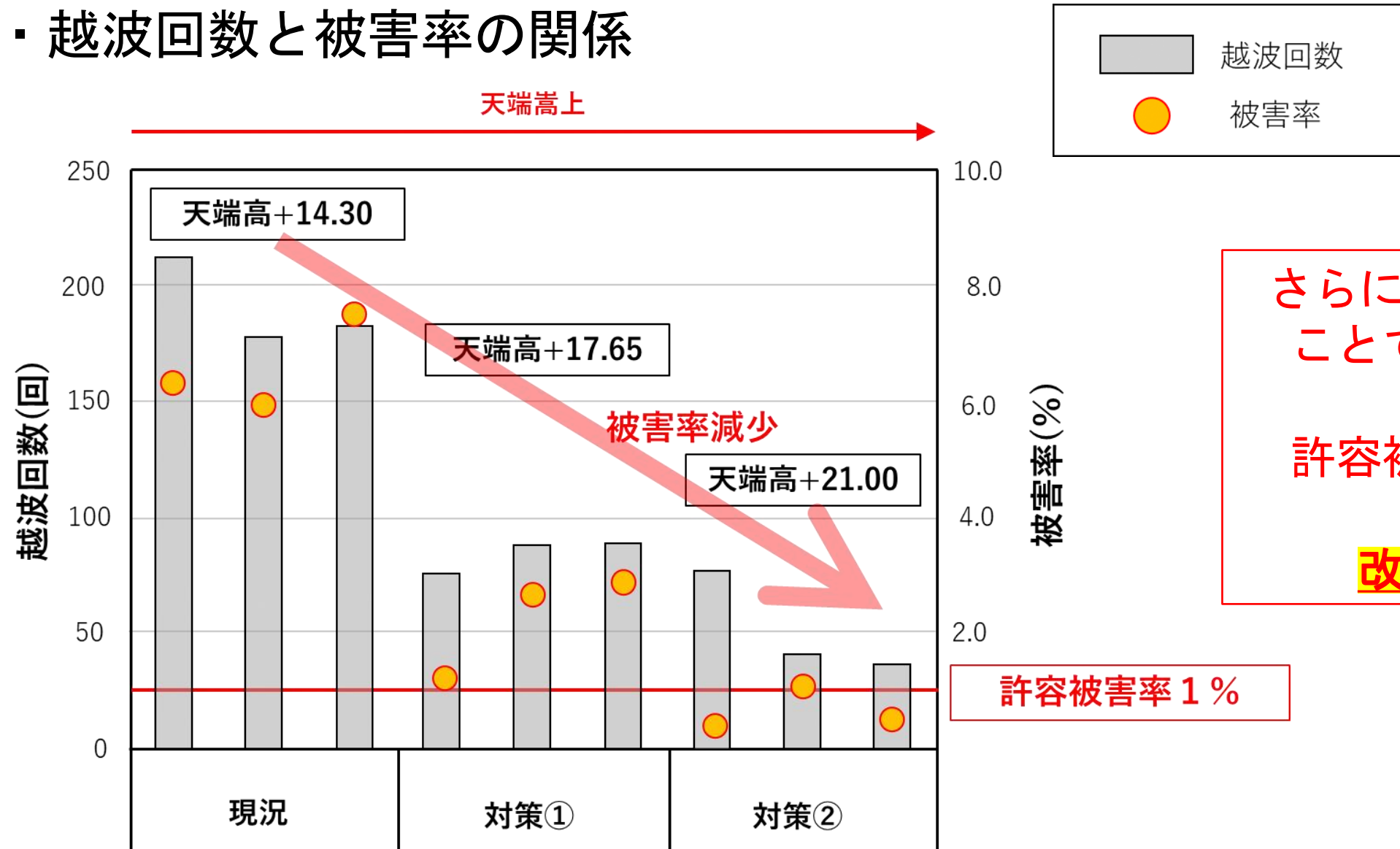
実験前

実験後

3. 水理模型実験による改良設計

～実験結果～

・越波回数と被害率の関係



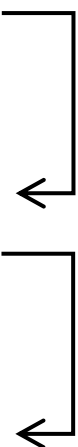
3. 水理模型実験による改良設計 ～実験結果～

● 4 工区：現況断面で安定

ケース	天端高 (m)	周期 (s)	波高 (m)	Co密度 (t/m ³)	対象個数	被害個数	被害率 (%)	平均被害率 (%)	越波回数 (回)	判定
現況	+14.30	15.5	11.7	2.65	453	1	0.22	0.22	115	安定
						1	0.22		98	
						1	0.22		101	

● 5 工区：対策工②で安定

ケース	天端高 (m)	周期 (s)	波高 (m)	Co密度 (t/m³)	対象個数	被害個数	被害率 (%)	平均被害率 (%)	越波回数 (回)	判定
現況	+14.30	15.5	11.7	2.35	441	28	6.35	6.58	211	被害
						26	5.90		177	
						33	7.48		183	
対策①	+17.65			2.95	526	6	1.14	2.22	75	被害
						14	2.66		88	
						15	2.86		88	
対策②	+21.00			2.95	554	2	0.36	0.66	76	安定
						6	1.08		41	
						3	0.54		37	



3. 水理模型実験による改良設計 ～実験結果～

決定断面

4 工区

(現況断面)
(六脚ブロック、 $G=2.65\text{t/m}^3$)

天端3個並び

11.90

+14.30

必要天端高 +11.20

▽ H.W.L +3.20
▽ L.W.L -0.10

六脚ブロック80t型
 $G-2.30(80.73\text{t})$
 $G-2.65(93.01\text{t})$

-17.50

5 工区

(対策②断面)
(テトラポッド、 $G=2.95\text{t/m}^3$)

天端2個並び

7.70

+21.00

必要天端高 +11.20

▽ H.W.L +3.20
▽ L.W.L -0.10

テトラポッド80t型
 $G-2.30(80.50\text{t})$
 $G-2.35(82.25\text{t})$

-23.60

デメリット・・・

- 標準的な3個並びでなく2個並びとなる
⇒経過観察が必要
- 起重機船の規格が大きくなる
⇒事業費の増

目 次

1. 長崎漁港の役割
2. 現況と課題
3. 水理模型実験による改良設計
4. 総括
5. 長崎漁港の将来像
6. おわりに

4. 総括

- 傾斜堤の改良は全面 2 層被覆が一般的
- 対象施設の消波ブロックは最大規格であり重量が大きい
- 莫大な事業費がかかる
- 早期事業効果の発現が見込めない



水理模型実験により
改良断面の安定性を
検討



高波浪に対する対策工の検討手法の一つ



設計に加え水理模型実験を併用することで事業費の削減と

早期事業効果の発現につながる可能性

目 次

1. 長崎漁港の役割
2. 現況と課題
3. 水理模型実験による改良設計
4. 総括
5. 長崎漁港の将来像
6. おわりに

5. 長崎漁港の将来像 ～台風時の安全な避難場所の確保～

- ・ 風波により安全に係留できない場所

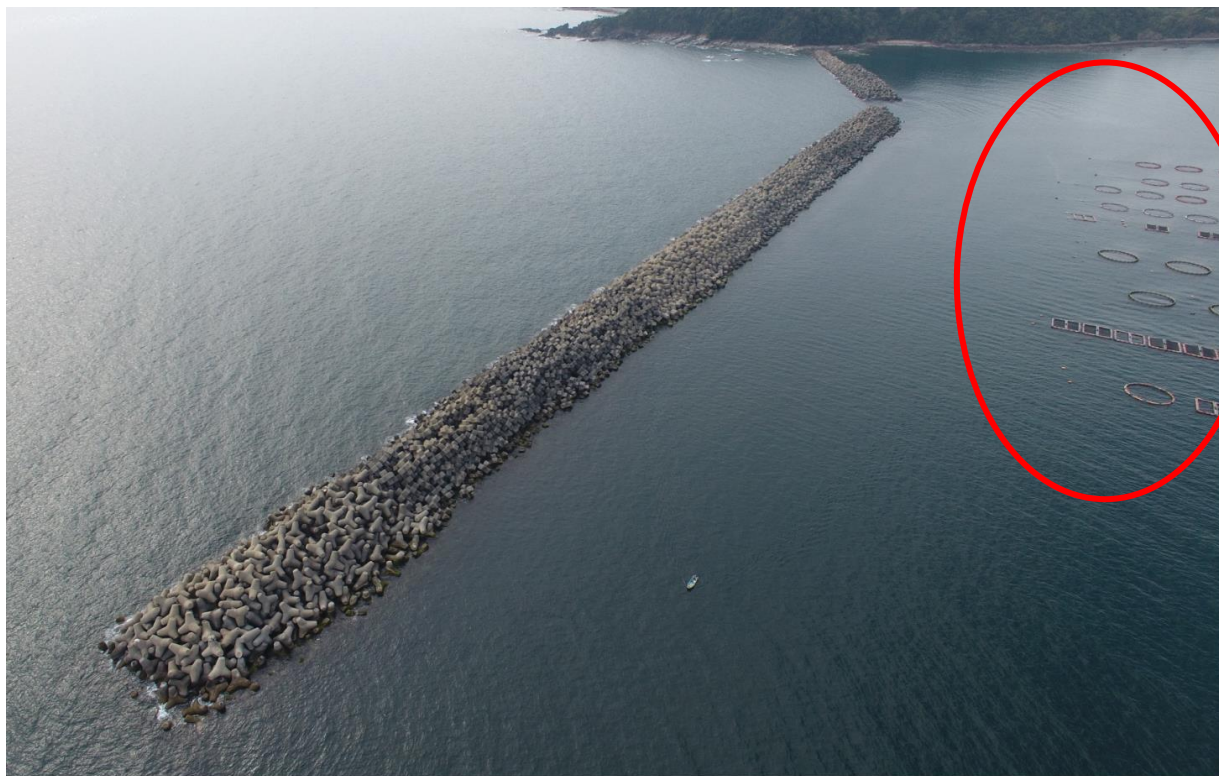


- ・ 安全な避難場所



5. 長崎漁港の将来像 ～養殖水域の静穏度確保～

・ 養殖水域



上空から見た養殖施設の写真



目 次

1. 長崎漁港の役割
2. 現況と課題
3. 水理模型実験による改良設計
4. 総括
5. 長崎漁港の将来像
6. おわりに

6. おわりに



【基本戦略】

人（ひと）、産業（しごと）、地域（まち）



多様な人材が活躍し、環境変化に強い持続可能な水産業と賑わいのある漁村づくり

達成するために・・・

行政・民間・地域の一体化



水産業の発展