

南芦屋浜高潮対策事業について

藤原 雄介¹・江崎 賢一¹

¹兵庫県阪神南県民センター尼崎港管理事務所 高潮対策推進課 (〒660-0083兵庫県尼崎市道意町7-21)

兵庫県高潮対策10箇年計画において、緊急対策箇所位置づけられた南芦屋浜での取組を報告する。緊急対策箇所では、再度災害の防止が課題であった。さらに、南芦屋浜は対策箇所の背後に住宅地が隣接しており、景観への配慮も課題であった。そこで、本取組では、防災と景観を両立させる対策を決定することを目的とした。

対策工の抽出・選定にあたっては、防潮壁の高さを低くする工夫を数値シミュレーションにより検討した。さらに、地元説明会を通じて住民の意見を収集し、対策工法を決定した。対策工法は、2段構えの防潮堤の一部に透明素材を使用する構造とした。

キーワード 高潮対策, 再度災害防止, 景観保全

1. はじめに

H30年(2018年)台風第21号では、神戸・尼崎・西宮で既往最高潮位を記録するとともに想定を超える高波の影響により浸水被害が発生した。



図-1 越波状況

兵庫県では台風第21号での浸水地区について、再度災害防止の緊急対策を令和3年度(2021年度)までの予定で実施することとした。

本論文の対象とする南芦屋浜地区も緊急対策箇所に位置づけられている。南芦屋浜地区は対策箇所の背後に住宅地が近接しており、再度災害防止とともに、景観への配慮も課題であった。

そこで、本論文では、南芦屋浜地区南護岸を対象として、防災(本論文では必要天端高について記述)と景観を両立させる対策を決定するまでの過程について述べる。

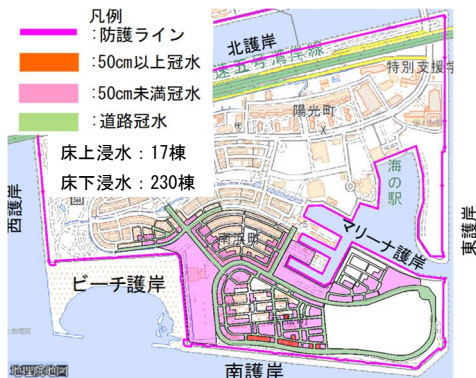


図-2 浸水実績

2. 必要天端高の算定

(1) 設計条件

必要天端高を算定する際の設計条件の一覧は下表のとおりである。

表-1 主な設計条件一覧

項目	条件	摘要
設計高潮位	TP+3.60m	大阪湾沿岸(西宮地区)の設計高潮位(T.P.+3.60m)>台風21号襲来時の潮位(T.P.+3.11m)よりT.P.+3.60mを採用
波浪条件	<台風21号> 換算沖波:3.26m 周期:8.3s <50年確率波> 換算沖波:3.13m 周期:8.6s	台風21号襲来時の前面波高と50年確率波の見直しによる前面波高を比較し、必要天端高の高い方を採用
検討水深	15.1m	潮位T.P.+3.6m+水深T.P.-11.5m
許容越波流量	0.01m ³ /m/s	背後に人家や公共施設が密集している地区で設定される値

(2) 解析手法

南護岸は複雑な断面形状(図-3参照)であるため、施設条件等が複雑な場合においても、必要天端高を算定できるCADMAS-SURFを採用した。

CADMAS-SURFの特徴は、以下のとおりである(計算例を図-4に示す)。

- ・断面二次元の数値波動水路。
- ・海底斜面や消波構造物等、複雑な形状を解析対象にできる。
- ・沖合からの波浪を入力条件として、水深変化による浅水変形、構造物周辺での碎波、越波現象を精度よく再現可能。

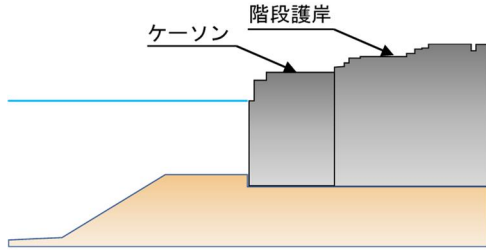


図-3 南護岸現況断面

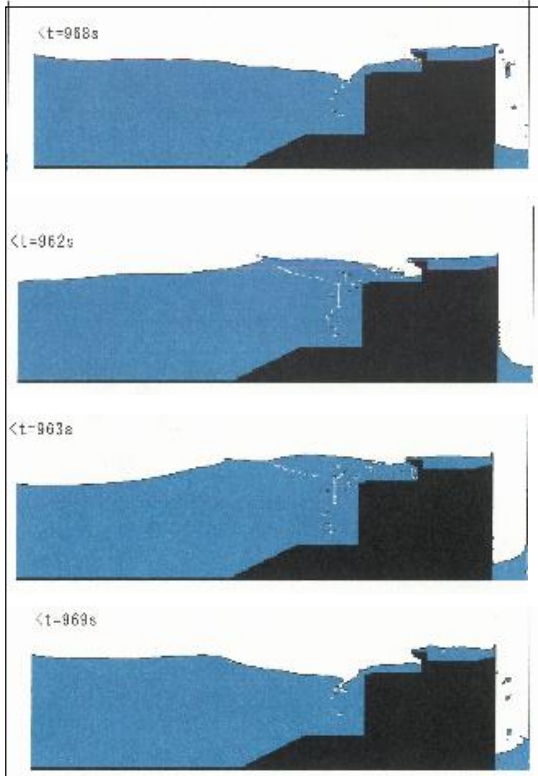


図-4 CADMAS-SURF 計算例

(3) 景観への配慮

護岸の背後には、良好な住宅地が形成されているため、防潮堤の嵩上げによる圧迫感の軽減や住宅地側からの景観に配慮する必要がある。

このため、必要天端高ができる限り低くなる工法を採用する。



図-5 護岸周辺の状況

3. 必要天端高の検討

(1) 対策案の提案

越波流量を $0.01\text{m}^3/\text{m}/\text{s}$ 以下になる対策案を3案検討した。この3案を実物大模型等を用いて提案し、地域住民との協議により対策工法を決定することとした。

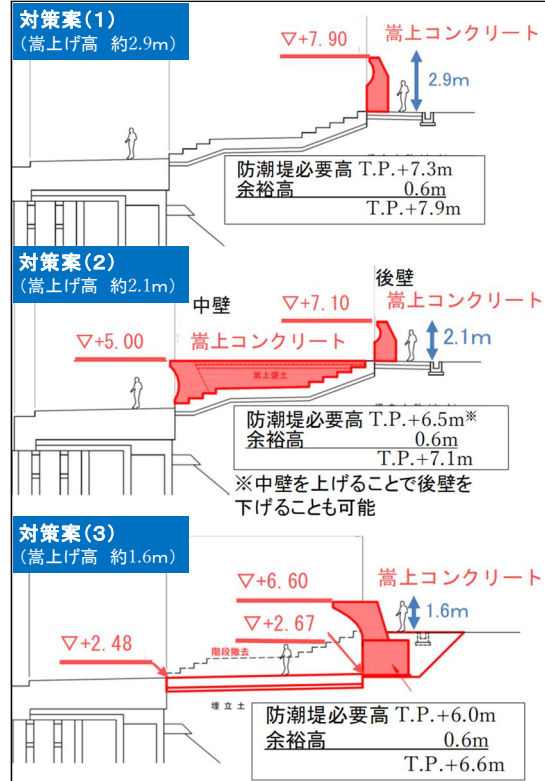


図-6 対策案比較検討

表-2 対策案のメリット・デメリット

項目	対策案(1)	対策案(2)	対策案(3)
施工性	陸上施工で 施工範囲が 小さい	陸上施工で 施工範囲が 小さい	撤去工の範囲 が広い
経済性	比較的安価	1案と比べると 施工費は 高くなる	1案と比べると 施工費は 高くなる
景観性	必要高さが 高くなる	1案よりも 必要高を大幅に 低減可能	1案よりも 必要高を大幅に 低減可能

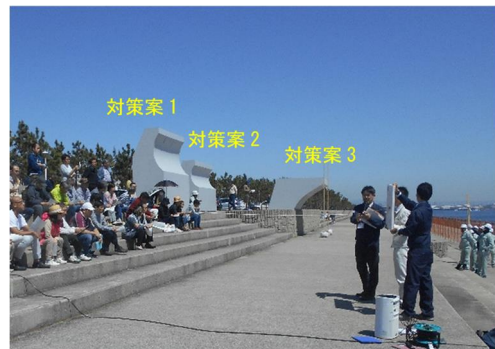


図-7 実物大模型を用いた対策案の説明

(2) 対策工法の決定

地域住民との協議を行い、対策案（2）をベースとした対策工法を採用した。

採用した工法では、中壁・後壁の2段構えの構造とし、中壁には大型波返しを採用した。大型波返しの採用により、中壁背後への越波流量を低減でき、後壁の必要高を抑える事が可能となった。

さらに、この対策工法では、中壁後壁間を排水路と見なし、中壁後壁間から海側に接続するスロープ開口部を通して排水を行う事で湛水量を減らし、後壁背後への越波流量を低減させる事が可能となる。

この工法により、従来の手法では後壁が約3.0mの嵩上げとなるところを、1.5mの嵩上げに抑える事ができた。

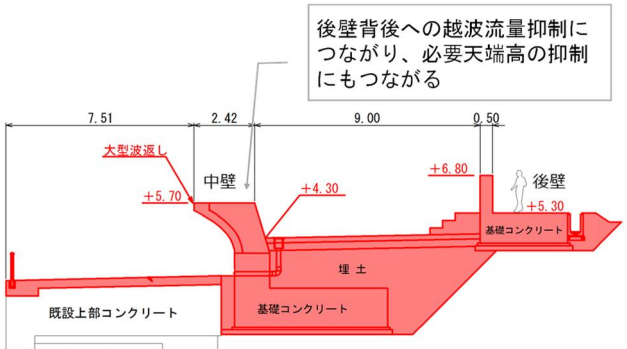


図-8 南護岸標準断面

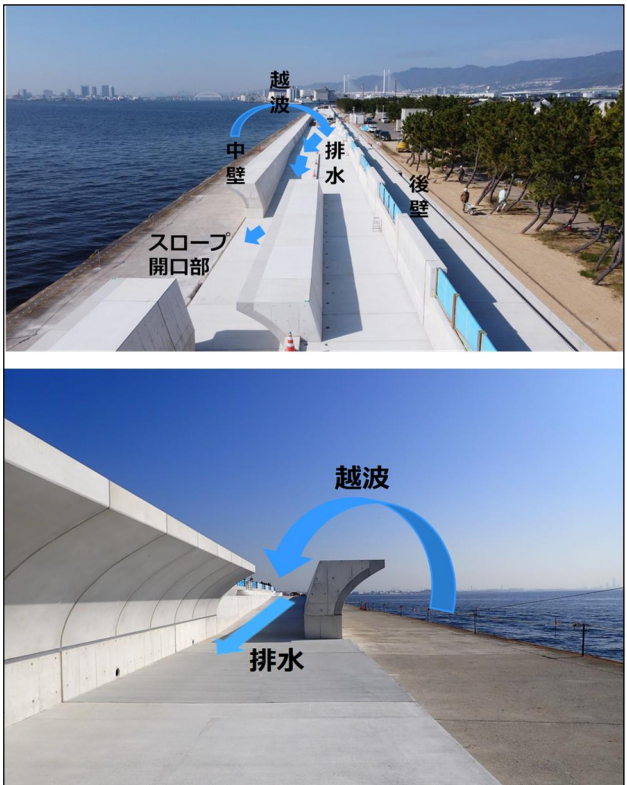


図-9 越波後の排水（イメージ）

4. アクリル板の採用

(1) 素材の検討

景観への配慮として、嵩上げ高さを抑制する一方で、嵩上げ高さを抑えたとしても背後の住宅側（一階部）から海が見えなくなってしまうことから、後壁の一部に透過性の部材を使用し、視界を確保できる方法を検討した。

一般に視界を妨げない透過性を確保できる部材としては、ガラスやポリカーボネート、アクリル板が挙げられる。南芦屋浜では、景観性の観点から透明度の高さや耐候性が必要とされる一方、防潮堤として機能させるために、波浪に対する耐衝撃性が重要となる。透明度、耐候性、耐衝撃性等の比較を行い、透明度、耐候性に優れ、他施設で採用実績があるアクリル板を採用した。

採用したアクリル板の厚み等の設定にあたり、荷重が掛かった場合でも許容応力、許容変異の設計値を満たすか確認するための解析も行った。

表-3 透過性素材の比較結果

材質	ガラス	ポリカーボネート	アクリル板
透明度	非常に高い 透明度約92%	高い 透明度約89%	最も高い 透明度約93%
耐候性	ほとんど劣化しない	外部使用では徐々に退色、劣化する	ほとんど劣化しない
耐衝撃性	弱い 割れやすい	非常に強い	強い 加工しやすく厚板で耐衝撃性を強化しやすい
総合評価	△ 衝撃に弱いことが大きな問題	○ 厚材製造が難しいこと、透明度が低いことが問題	◎ 耐候性の強さ、透明度と加工性が外部使用の大判厚板に適合す 高速道路や水族館での実績あり

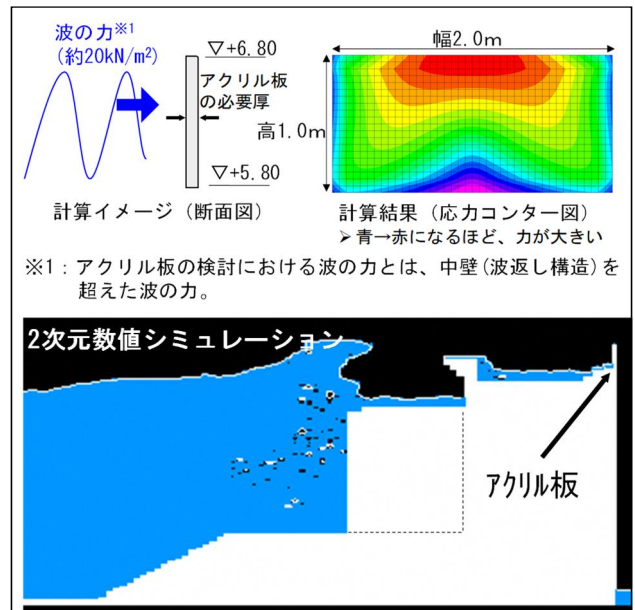


図-10 アクリル板の解析（イメージ）

(2) 対策工法の検討

アクリル板の寸法及び配置間隔を決定するため、2019/10/18, 19にオープンハウスを開催し、アンケートにより住民意見の収集を行った。アンケート結果を踏まえ、「アクリル部8m+コンクリート部8m」の案を採用した。

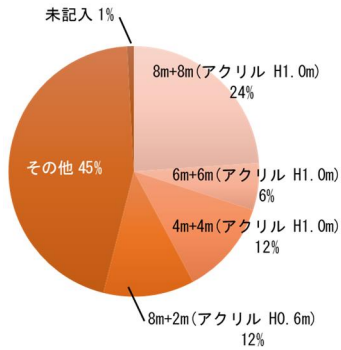


図-11 アンケート結果

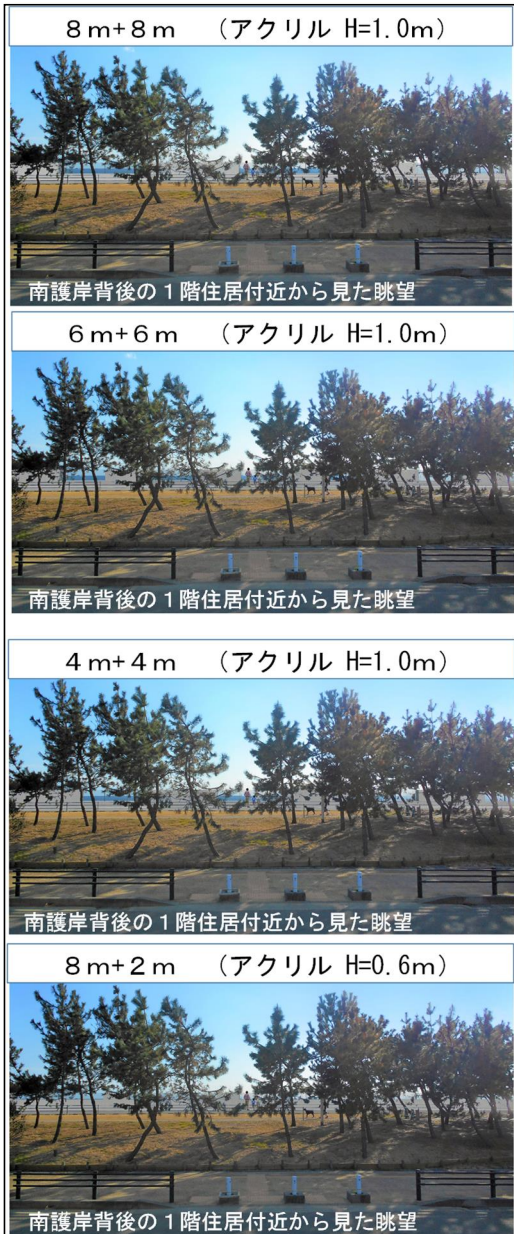


図-12 アクリル板の配置案

5. まとめ

防災と景観の両立を検討した結果は以下のとおりである。

①2段構えの構造により、中壁・後壁間を越波水路と見なし、中壁を超える越波をスロープ開口部を通して排水させ、後壁背後への越波流量を0.01m³/m/s以下に抑える事とし、後壁の嵩上げ高さを抑制、②アクリル板の設置により住宅地側からの眺望に配慮することで、コンクリートの圧迫感を軽減する事とした。

上記の検討成果を基に、防潮堤の整備を進めている。

南芦屋浜地区では、住宅地での対策により日常的な景観に影響があることから防災、景観の両立を目指すこととなった。しかしながら、防災機能の確保と景観への配慮は相反する面があり、どこまで景観への配慮を行うのか等、十分な検討が必要であった。

そのため、南芦屋浜では、住民説明会の実施、オープンハウス開催や地域住民との打合せにより、対策工法について、住民合意を図りながら決定してきた。

防災と景観の両立は、相反する面があり、難しいことであるが、技術的な検討と併せ、住民との協議を綿密に行い、合意を得て事業を進めることが必要であると考えられる。

7. おわりに

南芦屋浜地区南護岸の対策にあたっては、CADMAS-SURF採用、防潮堤の2重構造の採用、大型波返し採用、アクリル板の採用など、これまでの兵庫県の海岸事業では行っていなかった解析手法、工法を採用することとなった。

これら検討にあたって、ご指導いただいた京都大学防災研究所、大阪大学大学院工学研究科、国土交通省国土技術政策総合研究所、港湾空港技術研究所の先生方に感謝する。



図-13 南護岸 (2021.5月末撮影)