

プレキャストPC波シェルターの計画と設計

極東工業(株)大阪支店設計部

同 上
同 上

正会員

○ 藤田 修
池田俊幸
西村一紀

1. はじめに

日本の国土は四面海に囲まれており、海岸線の総延長は約34,000kmに及ぶ。しかし、陸域面積は38万km²程度であり、そのほとんどが山岳域で占められている。このため、我が国には海岸線に沿って整備された道路が多く、それらは重要な生活道路として利用されている。

一方、我が国は雨期や台風等による自然災害が多発する地域である。特に、海岸や河川に沿った道路では、越波や増水等による被害を受けやすいため、安全に利用するための防災対策が不可欠となっている。

以下に紹介するPC波シェルターは、海岸道路で発生した災害の再発防止策として採用された事例である。

2. 計画の背景

潮岬周遊道路は、本州最南端に位置する和歌山県潮岬の海岸線に沿って整備された県道である(図-1、写真-1)。その立地条件から、本県道は度々台風の直撃を受けていたほか、県道の一部は路面高が海面上4m前後と低かったため、台風の規模や潮位によっては、波が護岸を越えて道路上に越波する状況であった。また、近隣に建設された漁場防波堤によって反射波が発生し、沖合からの進行波と合成されて越波量が以前よりも大きくなった経緯がある。

こうした状況から、平成8年には防護壁が路面上2.5mまで嵩上げされた。しかし、越波は解消されず、平成9年には嵩上げを行った地点で巡回中の道路管理車両が越波によって潰れる事故が発生した。

このような背景を踏まえて、平成10年から越波の原因究明と有効な越波防止策が検討されてきた。

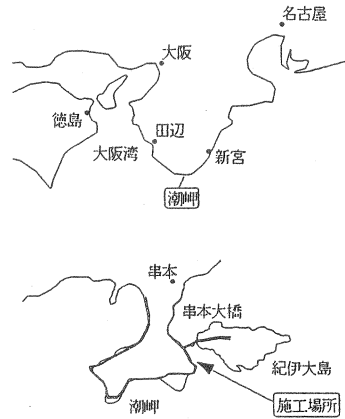


図-1 施工場所

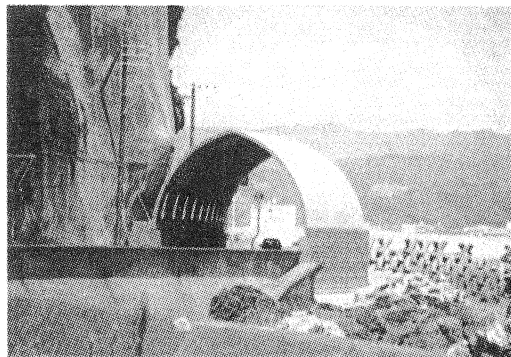
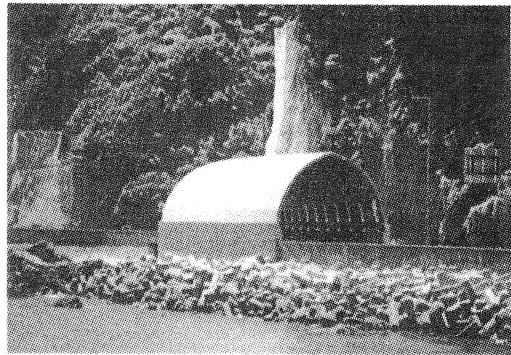


写真-1 PC波シェルター全景

3. 越波原因の推定

地元住民とのヒアリングを行った結果、直接の越波原因は漁場防波堤による反射波が影響しているものと考えられた。しかし、それだけでは道路管理車両を潰すだけの越波流量が得られないため、被災時の気象状況（潮位、波高、波向、風）や海底状況等を調査した上で波浪変形シミュレーションが実施された。その結果、越波する護岸前面には複雑に入り組んだ岩礁が点在しており、波の取れんによる波高の増大や、砕波による水位の上昇が影響しているものと考えられた。また、被災時の波浪条件は以下のように推定された（図-2）。

- 最大波高 : $h_{max} = 6.3 \text{ m}$
- 最大打上高 : $TP = +10.98 \text{ m}$
- 最大波圧 : $P_{max} = 99.8 \text{ kN/m}^2$
($TP + 1.53 \text{ m}$)

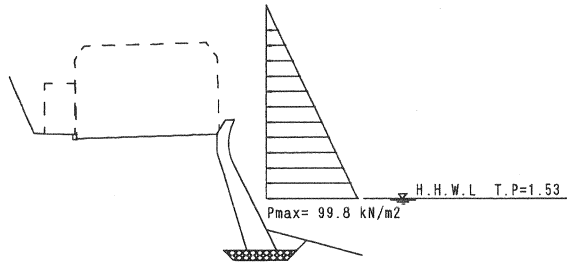


図-2 壁体に作用する波力

4. 越波防止策の選定

越波原因の解消と被災時の波浪条件を満足する越波防止策として、道路面嵩上げ案、シェルター案、離岸提案、潜堤案の4案を選定した。

各工法の概要と効果は以下の通りである。

①道路面嵩上げ案（図-3）

現在の路面高を越波しない高さまで嵩上げする方法である。

護岸の再構築を必要とするほか、施工中は全面通行止めとなる。また、路面の嵩上げを必要とする区間以外への影響範囲が大きい。

②シェルター案（図-4）

道路上をシェルターによって全面防護する方法である。

シェルター自体は防雪施設等で多数の実績があるほか、片側交互通行により施工することが可能である。

③離岸提案（図-5）

沖合に消波堤（水面上に天端を突出させた堤）を設けて、沖合で波高を低減させる方法である。

施工中の通行規制は必要ないが、堤体が岩礁を覆ってしまうため景観保全に問題がある。

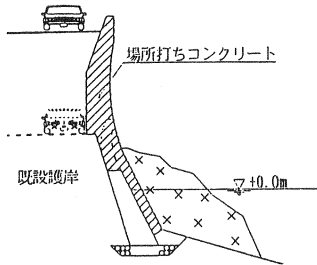


図-3 道路面嵩上げ案

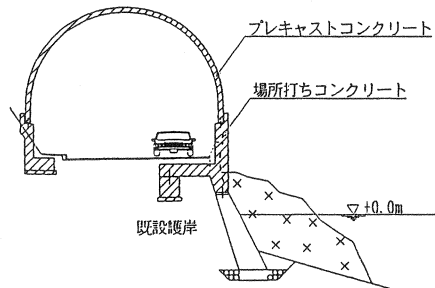


図-4 シェルター案

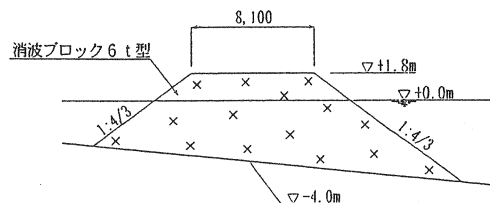


図-5 離岸提案

④潜堤案 (図-6)

沖合に消波堤 (干潮時でも水面上に天端を突出させない堤) を設けて、沖合で波高を低減させる方法である。

施工中の通行規制が不要であるほか、堤体が水面下に没するため景観上の問題もない。

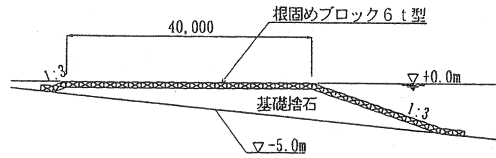


図-6 潜堤案

以上、4案についての比較検討を行った結果、以下の点に優れるシェルター案を採用した。

- ・通行止めが回避できる
- ・施工区間を越波する箇所に限定できる
- ・確実に防波できる
- ・沖合の岩礁が保全できる
- ・海上作業が回避できる。

5. シェルターの構造形式

シェルターの構造形式として、鋼構造およびPC構造について比較検討を行った。

鋼製シェルター (図-7) は、一般的な波浪条件下では経済的に有利であり、現地近郊の国道42号線でも採用された実績がある。一方、PCシェルター (図-8、9) は防波目的で使用された実績が少ないほか、波浪条件に関わらずある程度の部材厚が必要になるため、これが経済性を損なう要因となっている。

しかし、本件の波浪条件は特に厳しく、鋼製シェルターの経済的優位性が失われたことや、PCシェルターとしてスノーシェルターに用いられている標準断面を採用したことによって、イニシャルコストの面でPCシェルターが優位になった。また、シェルター部材のプレキャスト化によって、塩害に対する耐久性や水密性が向上したほか、現場工期の面でも鋼製シェルターと同程度に短縮できた。

以上を踏まえて、シェルターの構造形式にはPC構造を採用した。

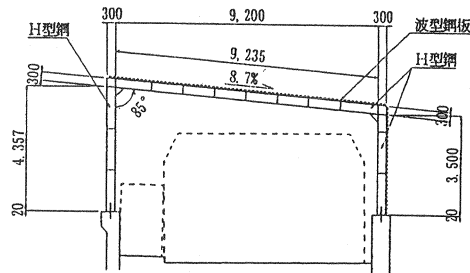


図-7 鋼製シェルター案

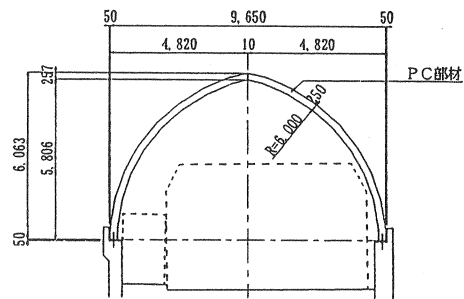


図-8 PCシェルター (馬蹄形) 案

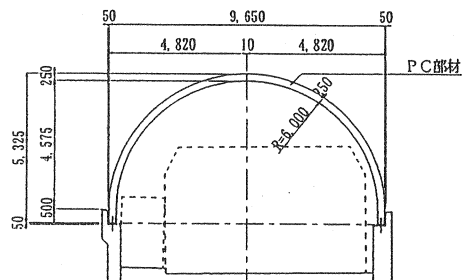


図-9 PCシェルター (半円形) 案

6. シェルターの設計

P C波シェルターの基本構造と主な設計方法は以下の通りである。

- ①シェルター部材は、スノーシェルターの標準断面に合わせて、円の1/4に近似させた多角形とした。
- ②シェルターの構造系は作用荷重に対する安定性を考慮して、2枚のプレキャスト部材を頂部と脚部で連結する3ヒンジ構造とした(図-10)。
- ③道路の平面線形(R=100m)に対しては、インカーブ側とアウトカーブ側のプレキャスト部材幅を変化させることにより対応した。
- ④シェルター部材は震度法、下部構造は保耐法により地震時の安全性を照査した。
- ⑤ヒンジを構成する脚部のアンカーは、波圧による水平力と落下防止構造としての設計地震力(1.5Rd)の大きい方を用いて照査した(図-11)。
- ⑥シェルターは塩害対策上P C構造として設計すべきであるが、設計荷重時に波圧荷重を含めて検討するため、波圧荷重の作用頻度を考慮してP R C構造とした。但し、死荷重時には引張応力を許容しないものとした。
- ⑦シェルター内の走行性および歩行性を考慮して、山側部材には採光窓を設けた。
- ⑧シェルターを周囲の岩礁に馴染ませるため、コンクリートには茶褐色の顔料を添加した。

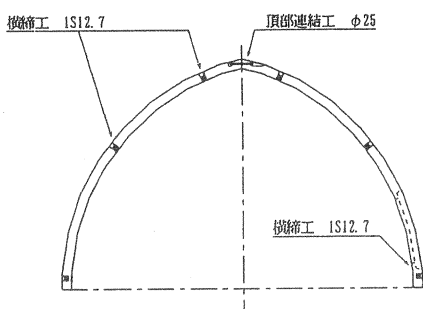


図-10 シェルター断面図

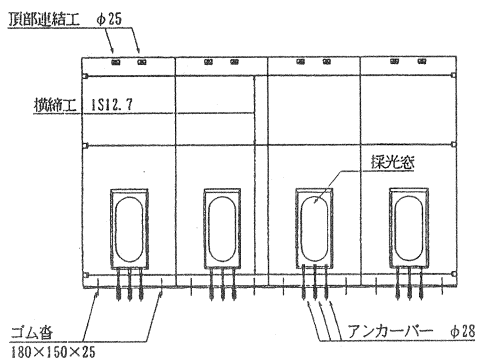


図-11 シェルター側面図

7. おわりに

本稿では、P C波シェルターが採用に至るまでの経緯と上部構造の特質について述べたが、本件のような既設道路上の防護を計画する場合最も留意すべき点は、下部構造とそれを支持する基礎地盤の耐荷力を確認することである。本件では岩礁に囲まれた立地条件ながら、既設道路直下の地盤が軟弱であったため、深層混合処理工法による地盤改良を一部で行っている。また、下部構造の一部を既設護岸上に構築するため、波圧等による水平力が過度に作用しないように配慮している。

参考文献

- 1) P Cシェルター協会： P Cシェルター技術資料， 2000. 7