

歯舞漁港（温根元地区）における 防波堤老朽化対策について

釧路開発建設部 根室港湾事務所 第二工務課 ○坂本 進
菅原 哲也

本漁港は北海道の東部に位置し、周辺海域で操業する漁船の避難基地として、また貝殻島コンブ漁業などの前進基地としての役割を担っている。近年、既存漁港施設において、建設後からの時間経過に伴い老朽化が進行し、一部倒壊の恐れのある施設もあることから、既存施設の機能保持と延命化が課題となっている。本報告では、必要とされる機能を維持し、かつ、施設のライフサイクルコストの低減を図る補修工法の選定について中間報告を行うものである。

キーワード：維持・管理、ライフサイクルコスト、長寿命化

1. はじめに

第4種歯舞漁港は、北海道の最東端根室半島に位置する漁港である。根室半島先端の周辺海域は、サケ・マス、タラ、コンブなどの好漁場を有しており、当該漁港は、北方四島及びロシヤ水域を含む太平洋北西部漁場におけるサケ・マス流し網漁業やサンマ棒受網漁協等の沖合漁業の他、サケ定置網漁業、貝殻島コンブ漁業、刺し網漁業等の沿岸漁業の陸揚げ・流通拠点として利用されている。また、北方四島水域へ最前線及び漁船海難事故が頻繁に発生する海域における操業漁船の避難基地となっている。

温根元地区は沿岸漁業、採藻漁業主体に利用されてきたが昭和38年に第4種漁港の指定を受け漁業前進基地及び避難港として整備が進められてきた。特に日ロ民間交渉の協定委に基づく貝殻島コンブ漁業の外来漁船が集中する基地として整備され現在に至っている。また、漁港用地にエゾバフンウニ種苗センターがあり、根室市内各漁協に種苗を供給しているほか、ハタハタの人工ふ化放流、コンブ漁場の造成など、つくり育てる漁業の拠点としての役割も果たしている。



写真－1 歯舞漁港（温根元地区）全景

漁港は漁船の入出港や係留といった操業の安全確保や機能向上を支える機能とともに、漁港背後の漁業関連施設や漁業集落住居を波浪等から防御する機能を有している。また、周辺海域の好漁場では多数の外来漁船も操業しており、荒天時には地元漁船を含むこれら漁船の避難拠点としての役割を有している。

他方、建設から年数を経た漁港施設には老朽化が認められ、準備・陸揚げ及び避難利用の効率性・安全性が低下し、水産活動に多大な支障を来している。また、老朽化対策時期を逸することにより、施設の全面更新が必要となるなど更新コストの増大を招くおそれがある。このため、予防保全の観点から長寿命化対策を講ずることによりライフサイクルコストの低減を図り、漁港施設の機能を適正に保全することが、水産物を安定的に提供する上で重要である。

このような背景から本報告では、漁港施設の施設のライフサイクルコストの低減を図る補修工法の選定について報告するものである。

2. 老朽化調査

温根元地区の西防波堤は、昭和54年から昭和56年にかけて建設され、30年以上経過した施設である。構造形式は本体工がプレパックドコンクリート式の重力式構造である。

以下に老朽化調査結果を示す。

(1) 法線変位

- a) 法線水平変位は最大でも6cmと軽微であった。
- b) 法線の鉛直変位は、施設全体に渡って50～60cm程

沈下している。しかし沈下は概ね一定であり、目地の開き等の変状もないことから、経年劣化によるものではなく、過去の地震による地殻変動の結果と考える。

(2) 上部工変位

- ①幅 1cm 以下のひび割れ、小規模な欠損が散在しているものの、劣化状況は軽微である。
- ②コンクリートの圧縮強度は、全て 18kN/mm^2 以上が確保されている。



写真-2 上部工劣化状況

(3) 本体工

- ①堤頭部において天端から下端までに至る大規模な欠損が発生している。
- ②堤頭部を除いては港内外とも本体工天端から下約 2.1m までの範囲で欠損や表面剥離が見られ、欠損は天端付近や目地周辺で深い傾向を呈している。
- ③コンクリートの圧縮強度は、堤頭部において 18kN/mm^2 以上を大きく下回っている。堤頭部を除いては、 18kN/mm^2 の 80% (14.4kN/mm^2) 以上の強度が確保されている。



写真-3 本体工劣化状況（水上）

3. 試験施工の対象

当該施設の劣化・変状の内、補修工法の検討にあたり試験施工の対象とするのは、2. (3) の②に記述した「堤頭部を除いては港内外とも本体工天端から下約 2.1m までの範囲で欠損や表面剥離」箇所（図-1）とした。

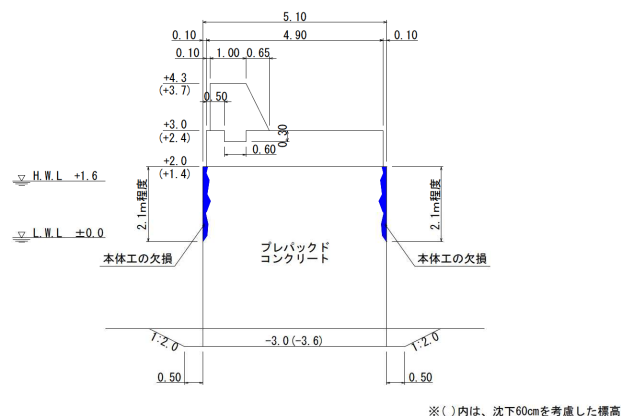


図-1 試験施工の対象である
変状のイメージ図

4. 試験施工の工法選定

プレバッドコンクリートの本体工表面の劣化・欠損の発生は、道内の各漁港及び港湾施設で数多くの事例が存在する。特に本体工天端付近から干満帯にかけての範囲、堤体の水平打継部、堤体基部、鉛直目地の箇所で顕著に発生していることが多い。

この劣化に対する補修工法はこれまで、(1)劣化範囲の解体打替えや(2)水中コンクリートによる拡幅が一般的な工法として実施されてきた。しかし、それぞれ以下の課題が存在する。

(1) 劣化範囲の解体打替えの課題

- ①施設の一部を解体する場合、大型ブレーカを使用すると補修を要しない残置する範囲にまで影響を与えてしまうため、解体には静的破碎剤の使用または、人力施工となるため工期を要するとともに、解体費用がかさむ。
- ②劣化が水中部まで及ぶ場合には、打替えの水中コンクリート施工幅として最低 1.5m が必要となり、健全な範囲を含む 1.5m 幅の解体が必要となる。
- ③上部工や胸壁工が健全な場合でも、本体工の打替えに伴い、施工上からその解体・打替えが必要となる劣化が水中部まで及ぶ場合には、打替えの水中コンクリート施工幅として最低 1.5m が必要となり、健全な範囲を含む 1.5m 幅の解体が必要となる。

(2) 水中コンクリートによる拡幅の課題

- ①水中コンクリートの拡幅は、水中施工上の制約から 1.5m が最低幅となっている。航路に面している場合で、航路幅を狭めることが出来ない場合など、漁港機能に影響を与えてしまう。
- ②劣化や欠損が堤体の上部のみの場合でも、拡幅は堤体下面から天端まで実施しなくてはならない。

- c) 補修対象施設が用地護岸や係留施設の場合、埋立申請が必要となる。

試験施工の工法は、これまで一般的に行われてきた「劣化範囲の解体打替え」を第1案とし、「劣化範囲の解体打ち替え」の課題である既設構造物の健全部の解体を伴わない工法として鋼板被覆被覆工法（第2案）と永久型枠工法（第3案）を選定した。

5. 現地試験施工

現地試験施工については、平成26年度工事において第1案～第3案について実施した。

以下に試験施工概要を示す。

(1) 解体打替え工法

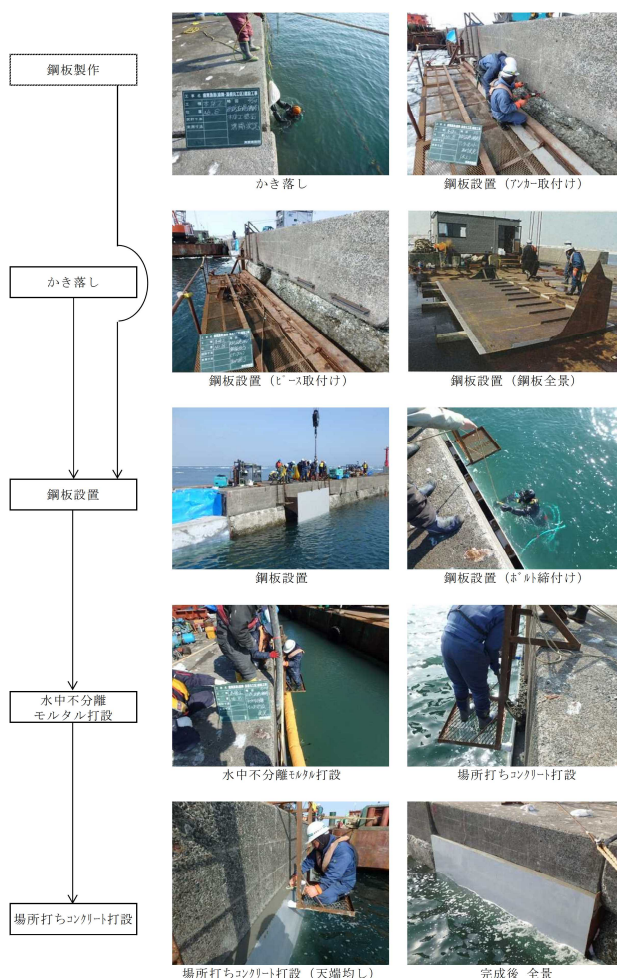
- a) 本体工の劣化している範囲の解体打替えを行う。これに伴い、健全である上部工の一部についても解体打替えが必要となる。



写真－4 現地施工状況（解体打替え工法）

(3) 鋼板被覆工法

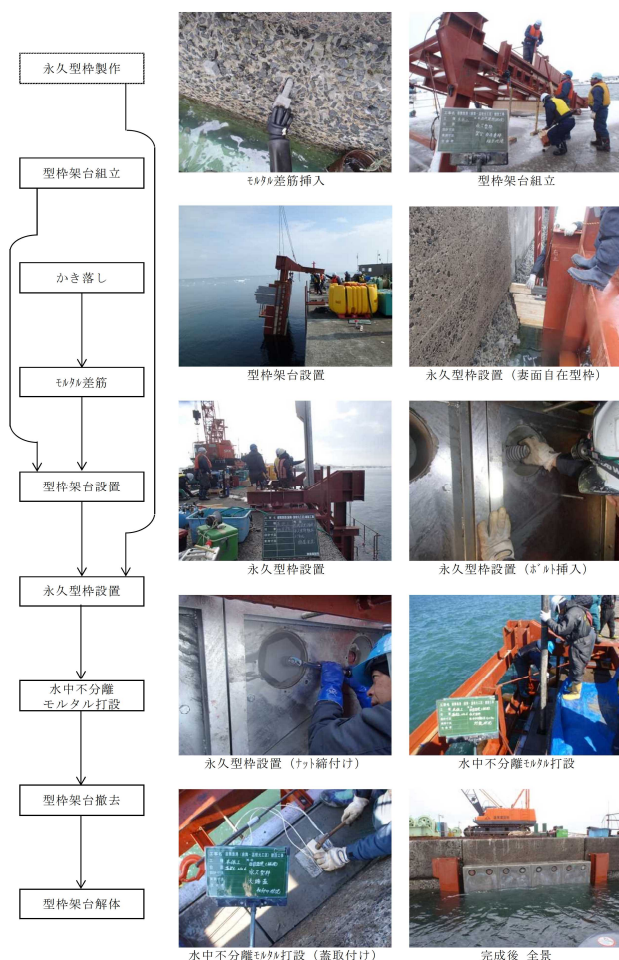
- a) 本体工の老朽化により欠損が発生している範囲を工場製作した鋼板で被覆し、隙間に水中不分離モルタルを充填する。
- b) 鋼板の厚さは、漁港施設の耐用年数 30 年の腐食代を考慮する。（ $3\text{mm}/\text{年} \times 30 \text{年} = 9\text{mm}$ 以上）
- c) 鋼板の上下端高は、老朽化による欠損範囲にボルト固定のために必要な余裕長を考慮する。なお、隙間に充填する水中不分離モルタルは耐凍害性に劣るため C-10 で被覆する。



写真－5 現地施工状況（鋼板被覆工法）

(4) 永久型枠工法

- a) 本体工の老朽化により欠損が発生している範囲を工場製作したコンクリート製プレキャスト版で被覆し、隙間に水中不分離モルタルを充填する。
- b) プレキャスト版の上端高は、ボルト固定のために必要な余裕長を考慮する。
- c) プレキャスト版の下端高は、版が既設壁面より約 30cm 突出することから、流氷の影響を受けない水深を確保した高さとする。なお、隙間に充填する水中不分離モルタルは耐凍害性に劣るが、水中不分離モルタルの打設口となるプレキャスト版上部の開口部に蓋版を取付けることで直接空中に露出しないため、凍害を受けないと判断した。



写真－6 現地施工状況（永久型枠工法）

6. 現地調査結果

平成26年度に行われた試験施工（3案）について、平成28年9月に現地試験施工後の現状把握を行った。調査方法は水上部及び水中部の目視調査と鋼板被覆工法の中詰モルタル充填状況の打音による調査を行った。

(1) 解体打替え工法（写真－7）

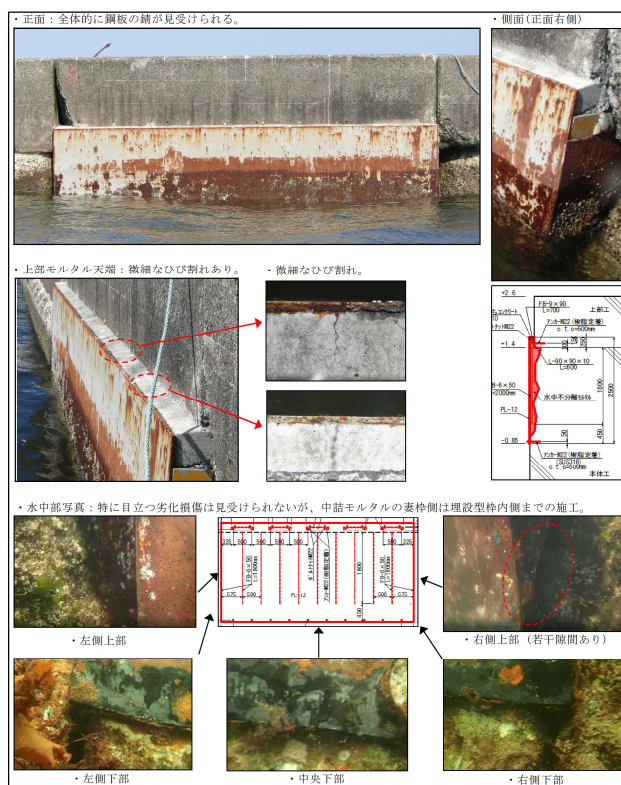
- 上部工の中央部に乾燥収縮が原因と思われるクラックが天端から下端まで発生している。クラック幅は最大2mm程度である。無筋コンクリートであることから軽微な変状ではあるが、今後の凍結融解の繰り返しなどによる劣化の拡大も懸念されるため経過観察が必要である。
- 本体の水中コンクリートに若干の剥離が見られる。
- 水中部に大きな劣化損傷は見受けられないとともに、既設堤体との隙間も見受けられない。

(2) 鋼板被覆工法（写真－8）

- 埋設型枠（鋼板）は、全体的に錆が見受けられる。構造部材ではないが景観性が悪い。
- 中詰めモルタルは、正面、側面ともに打音調査から問題なく注入されていると判断される。



写真－7 状況写真（解体打替え工法）



写真－8 状況写真（鋼板被覆工法）

- 天端部に微細なひび割れが見受けられる。現時点では構造上問題とならない範囲であるが、後の凍結融解の繰り返しなどによる劣化の拡大も懸念されるため経過観察が必要である。
- 水中部に大きな劣化損傷は見受けられないとともに、既設堤体との大きな隙間は見受けられないが、妻枠側の一部に若干の隙間が見られた。これについて

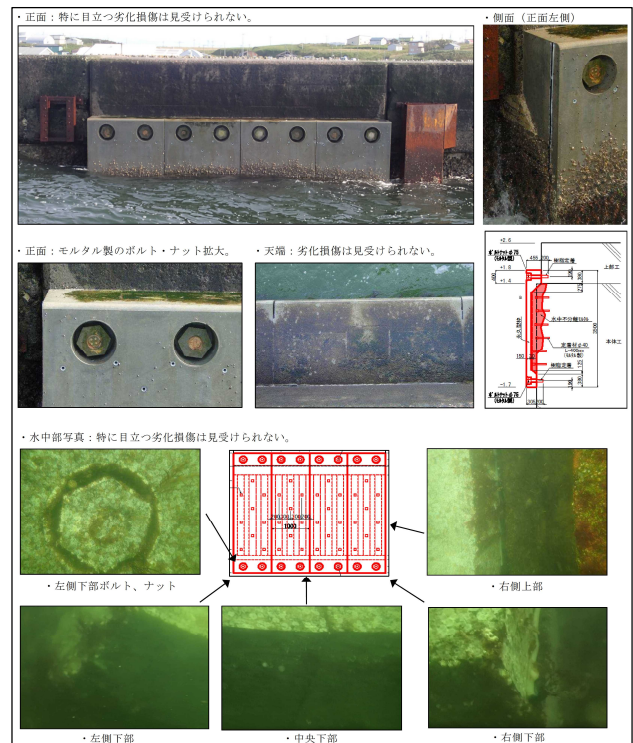
ては施工時に鋼板と妻側と既設劣化部との間に隙間があり、漏洩防止用の木製型枠を設置したことから若干隙間が生じているものである。

(3) 永久型枠工法（写真－9）

- 外観は特に目立った損傷などは見受けられない。
- 中詰モルタルの状態は外観や打音調査からは確認できないが、側面の目視状況からモルタルが注入されていると判断出来る。
- モルタル製のボルトナットの劣化損傷は見受けられない。
- 水中部に問題となる劣化損傷は見受けられないとともに、既設堤体との隙間も見受けられない。

7. 調査結果の整理

平成26年度に行われた試験施工（3案）の調査結果について表－1に示す。



写真－9 状況写真（永久型枠工法）

表－1 調査結果

案	第1案 解体打替え工法	第2案 鋼板被覆工法	第3案 永久型枠工法
写真			
断面図			
正面図			
試験結果	施工概要 ・本体工劣化部の標高-0.7mより上を幅1.0mの範囲で解体し打ち替える。 ・上部工は幅0.9mの範囲を解体し打ち替える。 ・既設の解体は、残存する範囲への影響を考え、静的破砕材を使用。 ・二次製品の製作時間を必要としない。 長所 ・一般的に慣れた工法であるため、順調に施工を進めることができた。 施工課題 ・静的破砕材の効果が期待通り発揮せず、補助的にブレーカーが必要になった。 ・施工時間が3案中最大であった。 環境性 ③ ・施工中の型枠底部隙間からの水中コンクリート流出防止対策が十分に行われていない問題ない。 経済性 ○ 必要工期 △	施工概要 ・老朽化範囲を工場製作の鋼板で被覆し、隙間に水中不分散モルタルを充填。 ・鋼板の厚さは、30年間の腐食代を考慮（0.03mm×30年＝9mm → 12mm）。 ・鋼板の上下端部は、老朽化による欠損範囲にボルト固定のために必要な余裕長を考慮して決定。 長所 ・短時間で施工ができた。鋼板の設置方法（構造）を多少改良することで、さらなる施工性の向上が期待できる。 施工課題 ・壁面と鋼板の隙間が狭いため、水中不分散モルタルの充填に困難を伴った。 環境性 △ ・鋼板埋設型枠は、今後腐食が進行すると脱落する可能性がある。 ・施工中の妻枠や底部隙間からの中詰材の漏えい防止対策が必要。 経済性 ② 必要工期 △	施工概要 ・老朽化範囲を工場製作のコンクリート製プレキャスト版で被覆し、隙間に水中不分散コンクリート（モルタル）を充填する。部材は全てコンクリート製。 ・プレキャスト版の上端部は、ボルト固定のために必要な余裕長を考慮。 ・プレキャスト版の下端部は、版が既設壁面よりも約30cm突出することから、流水の影響を受けない水深を確保した高さに決定。 長所 ・本工法特有の形状自在型枠により、妻枠の設置が極めて容易であった。（今回は水中不分散モルタルだったが、水中コンクリートの場合には漏洩の懸念は少ない。） 施工課題 ・潜水士による作業が多く、熟練度が要求される。 ・施工費が3案中最大であった。 環境性 ③ ・鋼材を使用していないため、劣化による脱落などのない。 ・妻枠の形状から、施工中の中詰材の漏洩は少ないと思われる。 経済性 △ 必要工期 ○
調査結果	品質・耐久性 △ ・上部工の中央部に、乾燥収縮が原因と思われる幅1cm未満のクラックが天端から下端まで発生。無筋コンクリートであるため軽微な変状だが、今後の凍結融解作用の繰り返しなどによる劣化の拡大が懸念される。 ・本体部水中コンクリートに、若干の剥離がある。 ・水中部の劣化損傷や、既設堤体との隙間は見受けられない。	品質・耐久性 △ ・埋設型枠（鋼板）全体に錆が見られ、構造部材ではないが景観が悪い。 ・中詰モルタルは、打音調査から問題なく注入されていると判断。 ・天端部には、微細なひび割れが見られ、構造上問題ない範囲ではあるが、今後の凍結融解作用の繰り返しなどによる劣化の拡大が懸念される。 ・水中部の劣化損傷はないが、妻側に中詰材の隙間が若干見られる。	品質・耐久性 ③ ・外観は特に目立った損傷などは見受けられない。 ・中詰モルタルの状態は、外観や打音調査からは確認できないが、側面は目視調査からモルタルが注入されていると判断できる。 ・モルタル製のボルトナットの劣化損傷は見受けられない。 ・水中部の劣化損傷や、既設堤体との隙間は見受けられない。
総合的な評価	・今後、劣化の進行が懸念される変状が確認されている。 ・施工費、工期ともに、3案の中間である。 ・既設劣化部の取り除きの施工方法に難がある。	・今後、劣化の進行が懸念される変状や、鋼板の錆が確認されている。 ・コストが3案中最も安いとともに、工期も最短である。 ・中詰材の注入施工方法に難があるとともに、妻枠の漏洩対策が必要である。	・調査結果から大きな変状はなく、3案の中では最も品質が良い。 ・コストが3案中最も高い。 ・施工には専用の架台や潜水士による作業が多く、熟練度が要求される。

8. まとめ

7. 調査結果の整理において総合的な評価から現時点では、第3案が品質及び耐久性から優位と考えているところであるが、今後さらに他工法も含めて検討を進め、当該漁港における最適な補修工法を選定する予定である。

9. おわりに

北海道は四方を海に囲まれており、暖流と寒流が混ざり合う好漁場を背景に全国の水産物生産量の約3割を占める食料基地として、我が国の水産物の安定供給を支える重要な社会基盤である。今後の調査でライフサイクルコストの低減が図られ、漁港施設の機能が適正に保全されることを期待する。