

点検診断結果を活用した港湾施設の 劣化度判定に関する事例の類型化

PATTERNIZING OF JUDGMENT EXAMPLES OF DETERIORATION DEGREES OF PORT FACILITIES BASED ON INSPECTION RESULTS

島田伊浩¹・菊池一志²・川島仁³・前田涼一⁴・岩波光保⁵

Yoshihiro SHIMADA, Hitoshi KIKUCHI, Hitoshi KAWASHIMA,
Ryoichi MAEDA, Mitsuyasu IWANAMI

1正会員 (財) 港湾空港建設技術サービスセンター (〒100-0013 東京都千代田区霞が関3-3-1)

2 (財) 港湾空港建設技術サービスセンター (同上)

3正会員 (社) 日本埋立浚渫協会 第二研究部会 (〒107-0052 東京都港区赤坂3-3-5)

4 (社) 日本埋立浚渫協会 第二研究部会 (同上)

5正会員 工博 (独) 港湾空港技術研究所 地盤・構造部 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

When the inspection of port facilities is done according to the maintenance and repair plan, the deterioration degrees of structural members should be judged objectively. However, lot of people are expected to be involved in the inspection works, and the deterioration situation of port facilities includes many kinds of complex phenomena. Therefore, it was so difficult to judge the deterioration degrees objectively and precisely that judgment criteria of deterioration degrees were prepared in the maintenance manual in order to reduce the bias of judgment results.

In this paper, judgment examples of deterioration degrees of port facilities according to the manual were patternized to integrate the existing judgment criteria, resulting in higher objectivity and accuracy of the judgment results.

Key Words : Port Facilities, Assessment, Degree of deterioration judgment, Maintenance and repair, Deformation chain

1. はじめに

2005年12月に交通政策審議会で「安全で経済的な港湾施設の整備・維持管理システムのあり方について」が答申され、維持更新コストの抑制や既存社会資本の有効活用、構造物の安全性の確保といった観点から港湾施設の適切な維持管理が重要とされた。2007年3月の「港湾の施設の技術上の基準」¹⁾の改正では、技術基準対象施設は供用期間にわたって要求性能を満足するよう維持管理計画等に基づき適切に維持されるものとされた。

これを受けて、2008年より、国及び港湾管理者等においては維持管理計画等の策定に取り組んでいるところである。今後、この計画に基づき港湾の施設の点検診断を行う際は、点検診断結果の判定、評価についての客観性が求められる。しかしながら、点検診断の対象施設数が膨大であるため、きわめて多数の者が点検診断業務に携わることが予想されるとともに、施設の劣化状況も多岐にわたり、統一的な判断基準の設定が急務な状況となっている。

そこで、点検診断の実施者による判定結果の偏りを少なくし、客観的な判断を下せるよう判断基準を整備することを目指して、過去の点検診断結果を「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」²⁾に示されている対象施設別の点検項目毎の劣化度の判定基準案に基づく劣化度判定事例の類型化を行い、視覚的に判断する際の参考となるように検討した。

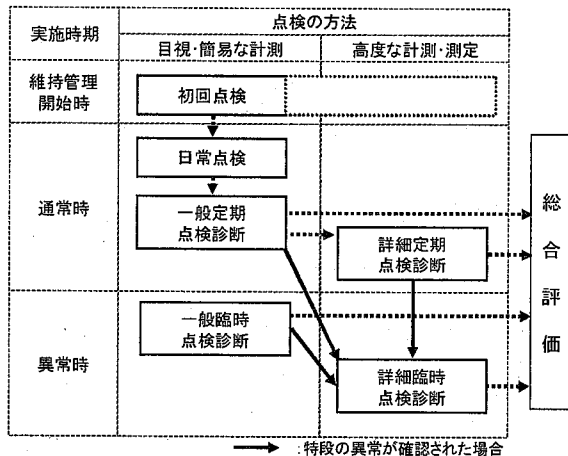
2. 港湾施設の維持管理における点検診断

(1) 点検診断の分類と位置づけ

港湾施設の維持管理における点検診断は、その目的や実施する時期などの違いによって、初回点検、日常点検、定期点検診断、臨時点検診断に分類され、さらに定期点検診断は、一般定期点検診断と詳細定期点検診断に、臨時点検診断は、一般臨時点検診断と詳細臨時点検診断に分類される。それぞれの点検診断の種類と内容を表-1に示す。また、これらの点検診断の種類と位置付けを図-1に示す。

表-1 点検診断の種類と内容²⁾

点検診断の種類	点検診断の内容
初回点検	維持管理計画策定時に初期状態の把握など現状を確認する
日常点検	日常の巡回時に変状の有無を確認する
一般定期点検診断	主に海面上の部位・部材を対象として目視調査を比較的短い間隔で実施する
一般臨時点検診断	地震や荒天の直後のできるだけ早い時期に、変状の有無や程度を確認する
詳細定期点検診断	一般定期点検診断が実施困難な部位・部材を対象として、比較的長い間隔で実施する
詳細臨時点検診断	定期点検診断や一般臨時点検診断により特段の異常が確認された場合に、状況に応じて実施する

図-1 点検診断の種類と位置づけ²⁾表-2 点検診断結果の表記²⁾

劣化度判定	部位・部材の状態
a	部材の性能が著しく低下している状態
b	部材の性能が低下している状態
c	部材の性能低下はないが、変状が発生している状態
d	変状が認められない状態

(2) 点検診断における劣化度判定

施設の点検診断の劣化度判定は、維持管理を行うための総合評価のうち、工学的知見・判断を下す上で重要な項目であり、点検診断の担当者によりその判断基準が異なれば、その後の維持管理に与える影響は非常に大きいものとなる。そのため、劣化度判定については、表-2に示す劣化度の定義にしたがって、客観的な統一基準を設定する必要がある。「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」²⁾では、港湾の施設の維持管理に係る基本的な考え方について取りまとめられており、点検診断技術や評価技術等について、具体的に示されている。また、一般定期点検診断においては、判定基準案にある定量的な数値を正確に求める必要はなく、変状の発生状況から目視にて劣化度を判定してもよいとしている。

そこで、本研究では、過去に実施した点検診断の結果について、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」²⁾に示されている劣化度判定基準案に基づき、写真等による劣化度判定事例の類型化を行い、目視の際の劣化度判定の参考となるように整理した。

表-3 対象施設の内訳

施設名称	栈橋	矢板式係船岸	重力式係船岸	防波堤	その他
施設の数	13 (15%)	24 (27%)	25 (28%)	20 (23%)	6 (7%)

合計88施設 (100%)

3. 劣化度判定事例の類型化

(1) 対象施設

本研究の対象となる施設は、平成15年度から18年度にかけて全国の港湾施設で詳細な点検を実施した施設である。表-3に施設別の内訳を示す。なお、栈橋、矢板式係船岸、重力式係船岸、防波堤以外は、その他に分類することとした。

(2) 事例の類型化方法と結果

事例の類型化は、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」²⁾に準拠して、対象施設別に点検項目毎の判定基準案別に過去に実施した詳細な点検結果の写真を整理した。以下、栈橋、矢板式係船岸、防波堤においてそれぞれの点検項目の中で代表的な点検項目を抽出し、実際に判定が難しいと思われる「b」判定（部材の性能が低下している状態）を中心に事例を示す。また、事例の類型化における課題についても述べる。

a) 栈橋

栈橋の代表的な変状の発生、進行の過程としては、上部工のひび割れや杭の腐食、突発的な波浪による上部工コンクリートの損傷などが挙げられる。写真-3は、栈橋のスラブの劣化の事例で、手前側の部分的な錆汁の発生（「b」判定）とゲル状の吐出析出物（「c」判定）が同一スラブ内で確認された事例である。この場合のスラブの劣化度判定は、より厳しい状況の「b」判定となるが、写真-3のように複合的に劣化しているケースは多く、それぞれの要因を整理することが補修工法検討時に重要な情報となる。

表-4、写真-1～3に栈橋の上部工の劣化事例を示す。

表-4 栈橋上部工の点検診断結果

項目	内容
施設名称	栈橋 上部工 (下面部)
部位	はり・ハンチ, スラブ
点検項目	コンクリートの劣化・損傷
判定	b
判定基準案 (該当項目のみ記載)	はり・ハンチ: ■幅3mm未満の鉄筋軸方向のひび割れがある. ■錆汁が部分的に発生している. スラブ: ■錆汁が部分的に発生している.

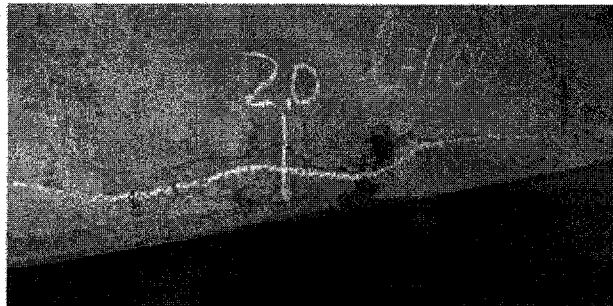


写真-1 はり部の幅3mm未満の鉄筋軸方向のひび割れ

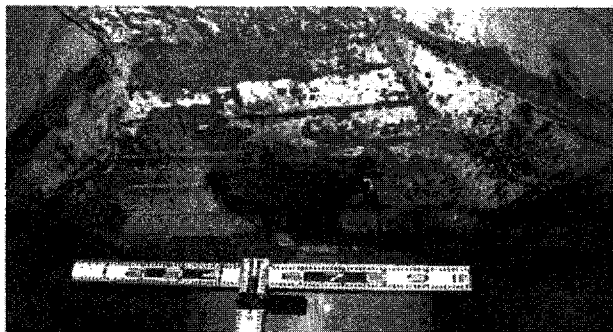


写真-2 杭頭部に部分的に発生している錆汁



写真-3 スラブの複合的な変状

b) 矢板式係船岸

矢板式係船岸の代表的な変状の発生、進行の過程としては、鋼矢板の腐食による施設全体の崩壊や裏込材等の吸出し、また裏込材などの圧密沈下によるエプロンの破損や陥没が挙げられる。また、地震などにより突発型の要因による変状も見受けられる。

表-5、写真-4～6に矢板式係船岸の鋼矢板の変状の事例を示す。

表-5 矢板式係船岸鋼矢板の点検診断結果

項目	内容
施設名称	矢板式係船岸
部位	鋼矢板
点検項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷
判定	b
判定基準案	■L. W. L. 付近に孔食がある. ■全体的に発錆がある.



写真-4 鋼矢板の孔食 (L. W. L. 付近)



写真-5 鋼矢板の全体的な錆の発生

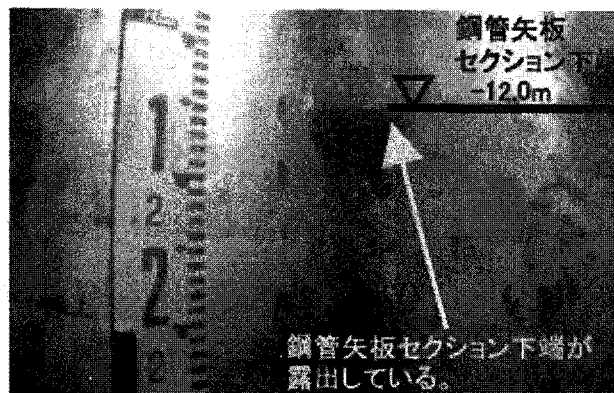


写真-6 鋼管矢板のセクション下端露出状況

写真-6は、鋼管矢板のセクション下端の露出状況写真である。鋼矢板のセクションは矢板の長さと同様であるが、鋼管矢板のセクションの長さは一般的に鋼管部分より短い。この変状は船舶のサイドスラスタにより海底地盤(砂地盤)が部分的に洗掘されたことが主な原因と考えられており、「a」判定である。この変状箇所は、維持管理上の重要ポイントである。この部分から土砂の流出や岸壁背面エプロン部の陥没も確認された事例である。

c) 防波堤

防波堤の代表的な変状の発生，進行の過程としては，被覆工の散乱・沈下による本体工の傾斜や沈下への進行や，上部工のひび割れや損傷による天端高の沈下，波消ブロックや漂流物が側壁や上部工に衝突することによる損傷などが挙げられる。

表-6～7，写真-7～11，図-2に防波堤の変状の事例を示す。写真-9は，上部工の欠損と40cm程度の目地の開きが確認された。特に目地の開きにおいては，建設当初からの状態とも考えられ，初回点検の記録の確認が必要な事例の一つである。

① 上部工

表-6 防波堤上部工の点検診断結果

項目	内容
施設名称	防波堤
部位	上部工
点検項目	コンクリートの劣化・損傷
判定	b
判定基準案	■幅1cm以上のひび割れがある。 ■小規模な欠損がある。



写真-7 上部工の小規模な欠損（ひび割れあり）

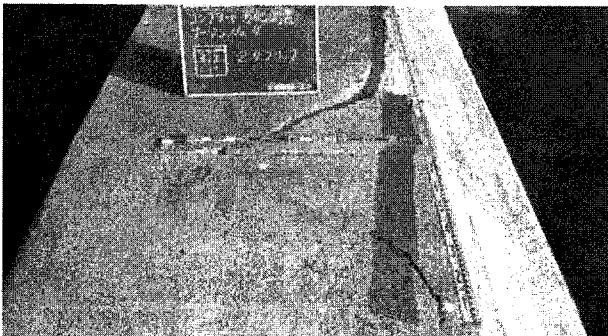


写真-8 パラペットの小規模な欠損

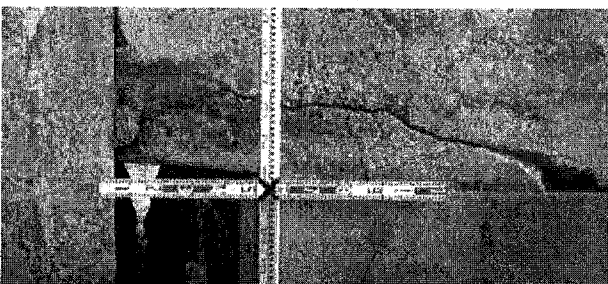


写真-9 上部工の欠損（目地開きあり）

② 本体工

表-7 防波堤本体工の点検診断結果

項目	内容
施設名称	防波堤
部位	本体工
点検項目	コンクリートの劣化・損傷
判定	b
判定基準案	■複数方向に幅3mm程度のひび割れがある。 ■広範囲に亘り鉄筋が露出している。

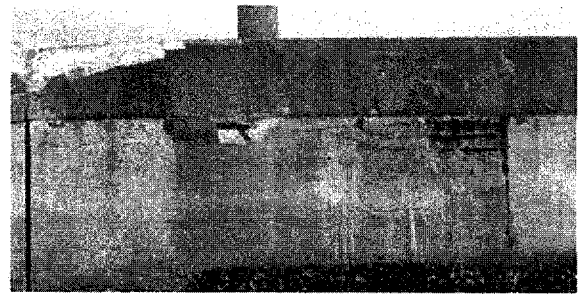


写真-10 本体工鉄筋の広範囲露出状況（気中部）
（上部工の欠損，ひび割れあり）

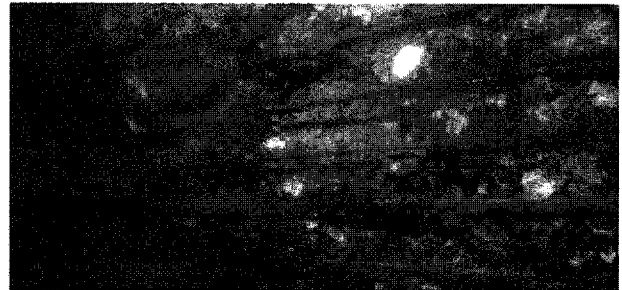


写真-11 本体工鉄筋の広範囲露出状況（水中部）

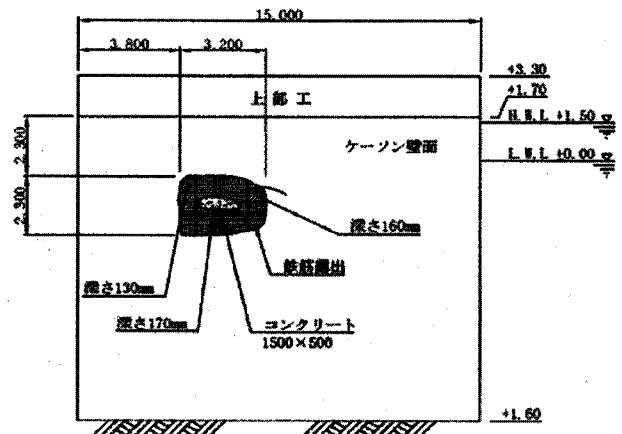


図-2 ケーソン損傷正面図（写真-11を図化）

写真-11はケーソン本体工の水中部の鉄筋露出状況の写真であり，原因は外部からの衝突によるものと推定される。中詰材の流出は見当たらない。図-2は写真-11を図化したものであるが，これらが示すように水中部の写真は，局所的な撮影になり変状の全体像が把握できない欠点を有している。

4. 考察

解析の結果、対象とした施設では、判定基準案に示された項目について劣化事例写真を使って類型化し、概ね表現することができたが、一方で、対象とした施設でも全ての点検項目を網羅できていないことや、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」²⁾においても全ての構造形式を対象としていないなど、課題も明らかになった。以下に上記以外の課題について述べる。

(1) 撮影方法

a) 水中部の撮影の課題

水中部では、変状確認の目視を潜水士等に頼らざるを得ない場合がほとんどである。また、水中部で撮影された写真は、海水の透明度やカメラの能力の影響で局所的なアングルになってしまう。診断技術者は写真等による劣化度判定を行うことになるため、撮影方法など統一した決まりを取り決めておくことが重要である。

写真-12は、被覆工の法尻の被覆ブロック消失箇所（「a」判定）である。写真-13は、同じく法尻の深さ30cmの洗掘箇所であるが、写真では局所的で全体像が把握できない。このような場合は、必要に応じて平面図やコメントを準備し、判定根拠を補完することが必要である。

b) 変状の進行を確認するための課題

今後新設される構造物は、維持管理計画書³⁾に基づいて適切に管理されることになるため、問題は少ないと考えられるが、特に既設の構造物においては、変状の進行の把握が重要な要素となる。そこで、供用開始時と供用期間途中での変状の進行過程が比較できるように定点撮影が有効であると考ええる。このためには、維持管理において計画的な定点観測の実施が重要である。しかし、供用開始時には、どこの範囲、部位・部材に変状が起こるか確認できないので、専門技術者の意見を聞くなどの入念な対応が必要であろう。

写真-14は、消波ブロック被覆式防波堤の消波ブロックの変状を撮影したものである。図-3には、その断面図を標準断面図と比較できるように示した。図やコメントを活用することは、定点観測が不可能な場合の一つの有効な手法であると考えられる。

(2) データの蓄積の必要性

本調査では、全88施設において、判定事例数224のデータを取り扱った。前述のとおり施設別では矢板式係船岸や重力式係船岸、防波堤の数が多く、約7割を占めている。一方、判定事例数は栈橋と防波堤が多く、約65%を占めている（表-8参照）。

施設別における劣化度判定別の事例数では、栈橋の「a」判定の事例数が多く、上部工・下部工共に変状の進行が進んでいる傾向が出ていると考えら

れる。また、重力式係船岸の「a」判定が無かったことは注目点である（図-4参照）。



写真-12 被覆ブロック消失箇所（「a」判定）



写真-13 被覆工法尻の30cmの洗掘状況（「b」判定）



写真-14 消波ブロックの断面減少状況

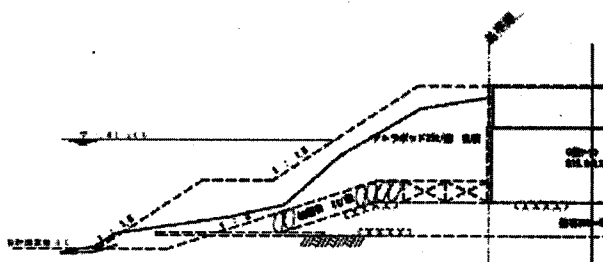


図-3 断面図（建設当初と調査結果の比較）

表-8 施設別の施設数と判定事例数の内訳

施設名称	栈橋	矢板式係船岸	重力式係船岸	防波堤	附帯設備	合計
施設の数	13 (15%)	24 (27%)	25 (28%)	20 (23%)	—	88 (100)
判定事例数	71 (32%)	14 (6%)	12 (5%)	75 (33%)	52 (23%)	224 (100)

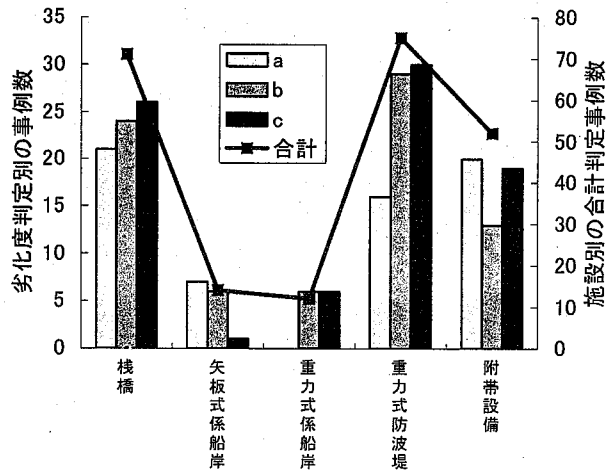


図-4 施設別における劣化度判定別の事例数

建設年次の違いや設置されている環境の違い、調査箇所・数量などの違いがあり一概には言えないが、矢板式係船岸や重力式係船岸より、栈橋や防波堤は、より厳しい環境にあり、変状の進行が著しいと考えられる。ただし、まだデータが少ない段階であり、全ての構造物を網羅できていないため、今後点検診断結果のデータの蓄積を行う必要がある。

5. まとめ

本研究では、平成15年度から18年度にかけて実施した詳細な点検の結果を用いて、全88施設を対象として、判定事例総数224の解析を実施した。

その結果、対象とした施設では、判定基準案で示されている項目について劣化事例写真を使って類型化し、概ね表現することができた。ただし、対象とした施設の全ての点検項目を網羅することはできていない。

また、局所的なアングルとなる水中部における撮影方法や、変状の進行を把握するために定点観測、判定根拠を補完する図やコメントの挿入の必要性があることが示された。

よって、今後維持管理計画に基づき実施される点検診断の結果を蓄積し、さらに解析を進めることで、劣化度判定基準の明確化、統一化を目指し、より客観的な判断が下せるよう検討を進める必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局 監修：改訂新版 港湾の施設の技術上の基準・同解説，（社）日本港湾協会，2007。
- 2) （独）港湾空港技術研究所編著：港湾の施設の維持管理技術マニュアル，（財）沿岸技術研究センター，2007。
- 3) 国土技術政策総合研究所・（独）港湾空港技術研究所・（財）港湾空港建設技術サービスセンター 編集：港湾の施設の維持管理計画書作成の手引き（増補改訂版），（財）港湾空港建設技術サービスセンター，2008。