

環境条件の地域性や構造特性に基づく全国港湾栈橋 RC 床版の劣化傾向の類型化

新潟大学大学院 学生会員 ○北澤 周作

新潟大学大学院 正会員 大竹 雄

(財) 港湾空港建設技術サービスセンター 正会員 兵頭 武志

(財) 港湾空港建設技術サービスセンター 正会員 林田 秀樹

岐阜大学 名誉教授 正会員 本城 勇介

1. 目的

近年、土木構造物の老朽化が問題となっている。港湾構造物も例外ではなく、特に栈橋の梁や床版等に劣化が生じている事例が多数報告されている。しかし栈橋の点検作業は、潮位や波浪等による影響を受けて困難なことから、効率的な維持管理が求められている。

本研究は、統一的なガイドラインに従って蓄積された全国の港湾栈橋の点検データを統計解析することにより、予防保全に基づく維持管理の効率化に向けた基礎的な考察を行うものである。

2. 使用データ

国土交通省が管理する港湾栈橋のうち、①建造年がわかっているもの、②各港湾が策定する維持管理計画書内で劣化度の総合評価がされてあるもの、を抽出し、計95施設を対象とした。また、それぞれの栈橋に対して、次に示す3種類のデータ（点検データ、環境条件データ、構造条件データ）を整理した

点検データとは、維持管理計画策定ガイドライン¹⁾に基づいて判定された目視点検結果を総括し、施設全体の劣化度を(A,B,C,D)の4段階評価したものである。本研究では統計解析に用いるため、劣化が大きい順に1,2,3,4の数値に置き換えて用いることとする。

環境条件データとは、栈橋の自然環境条件に関連するデータである。収集した項目および引用先は表-1に示す。ここで、強風風向Bは、本研究で独自に設定した指標であり、下式で定義した。

$$B = 180 - |Y - Z| \text{ for } |Y - Z| < 180 \quad (1)$$

$$B = 180 - \{360 - |Y - Z(Z)|\} \text{ for } |Y - Z| \geq 180(2)$$
$$= |Y - Z(Z)| - 180$$

ここで、Yは栈橋海側から陸側を見た方角で、Zは風速10(m/s)以上の風の最頻風向の方角である。Bの値が大きいほど風が栈橋に直線的に向かうことを意味する。Y、Zの値は、図-1のとおり、北の方角から右回りの角度で表す。

構造条件データの項目は栈橋の形状に関するものと経過年数とする（表-2）。経過年数Nは、建造された年から点検時までの年数とした。対象地点の形状が不明のものは構造条件を用いた解析から除いており、除外後、構造条件を整理した栈橋は計85箇所となる。

3. 研究結果と考察

3.1 環境条件データを用いた分析

環境条件の特徴に基づき栈橋群を類型化するために、

主成分分析とクラスター分析（k-means 法）を行った。さらに、選別されたグループと地域性の関係について考察した。

図-2 は、主成分分析により作成された第一主成分と第二主成分を軸にした散布図である。なおプロット記号の違いは、クラスター分析を用いて 4 つのグループに分類した結果である。図-3 は、グルーピング結果を日本地図に示したものである。

これらより、クラスター1は、東北・北海道地方、クラスター2は日本海に面した地域、および九州南方地方、クラスター3,4は関東、中部地域の太平洋側と瀬戸内海に面する地域へと栈橋群を地域別に分類できた。

次に分類された栈橋群の劣化について考察する。図-4はグループ毎の劣化度と経過年数の散布図である。各グループの劣化傾向のばらつきが少なく劣化傾向に特

表-1 使用する栈橋の環境条件一覧

区分	記号	データ名	引用先
潮位	A	干満差	維持管理計画書
最多風向	B	強風風向(≧10m/s)	港湾計画図
風速	C	平均風速	気象庁HP
気温	D	平均気温	気象庁HP
その他	E	年降水量	気象庁HP
	F	日照時間	気象庁HP
	G	相対湿度	気象庁HP

表-2 使用する栈橋の構造条件一覧

区分	記号	データ名	引用先
形状	H	栈橋幅	港湾計画図
	I	張り出し長	港湾計画図
	J	スラブ径間数	港湾計画図
	K	スラブ径間幅	港湾計画図
	L	H,W,Lからスラブ 天端までの距離	港湾計画図
その他	M	経過年数	港湾計画図

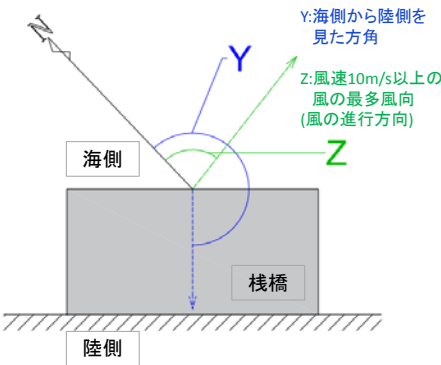


図-1 栈橋平面図（風向の考え方）

徴がみられることが分かる。特にクラスター1の栈橋群は劣化速度が速く、ばらつきも極めて小さいことが分かる。これは、強風が海側から栈橋に向かって吹く傾向を有し、塩害による劣化を促進しているためと考えられる。以上のように、環境条件データに基づくグルーピングは、①栈橋群の地域性と関連していること、②経年劣化の傾向が明瞭に区別されていることから、維持管理計画を立案する上で重要な分類になっていると推測できる。

3.2 クラスター別劣化要因分析

環境条件に基づくグルーピング結果から、構造条件データ(表-3)を用いた重回帰分析を行い、劣化度に対する影響を考察する。図-5は、AICが最小となるモデルの回帰係数を示したものである。なおAICが最小となるモデルは、変数増減法を用いて求めた。

クラスター1,3は類似の傾向を示し、経過年数 M とスラブ径間数 J の係数が正值であった。スラブ径間数は床版下面の複雑さ・部材の多さを示していると推測でき、劣化を促進する指標として理解できる。一方、張り出し長 I の係数は負値を示している。マクロ的な分析では十分な考察はできないが、これは栈橋下面の岸壁部へ向かう風の影響を低減させている可能性も考えられる。

クラスター2は、H.W.L.からスラブ天端までの距離 L の変数のみ選択された。しかし t 値 1.65、補正決定係数が 0.14 と小さく、劣化を支配する因子としては考えにくい。

また、クラスター2の栈橋群が立地する北陸地域では

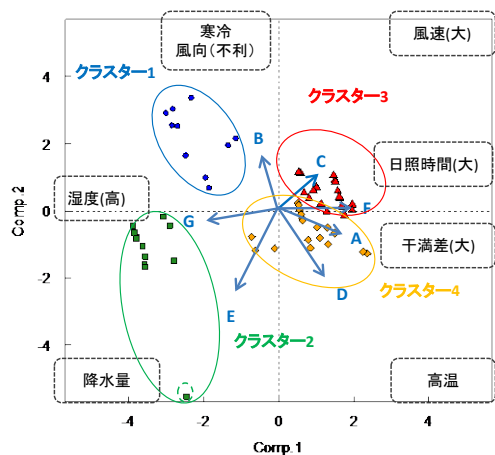


図-2 環境条件の主成分分析およびクラスター分析結果

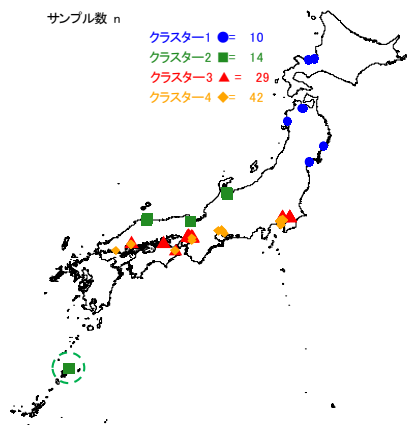


図-3 各クラスターの栈橋群の位置図

冬季に、沖縄地域では台風時期に集中的に強い風が観測される。また、その特性は、同じ地域であっても大きく異なることが考えられる。これらの地域では、施設個別の維持管理計画の立案が必要であることを指摘していると考えられた。

クラスター4は、栈橋幅 H と H.W.L.からスラブ天端までの距離 L が負値をとる。栈橋幅は、張り出し長の考察と同様、栈橋下面での風の低減に影響をもたらす因子であると推測する。また、H.W.L.からスラブ天端までの距離が負値を与えるのは海面の位置が栈橋の床版や桁と離れており塩害による劣化の進行を遅らせていると考えられる。構造条件というより、干満差などの環境条件に劣化が支配されていると考えられた。

4. 結論

本研究の結果から、環境条件により劣化傾向は異なり、また地域性と密接な関係があることが分かった。栈橋群の維持管理計画を考える上では、環境条件によりグルーピングを行うことが必要であると考えられる。さらにグループ毎に構造条件および経過年数との関連性を分析した結果、グループ毎で劣化速度が異なり、劣化に起因する構造条件が異なることが分かった。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局, 港湾の施設の維持管理計画策ガイドライン 2015.04,
<http://www.mlit.go.jp/common/001087609.pdf>,
(参照 2016-09-28)
- 2) 国土交通省気象庁, 気象観測データ
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>,
(アクセス 2016-04-04)

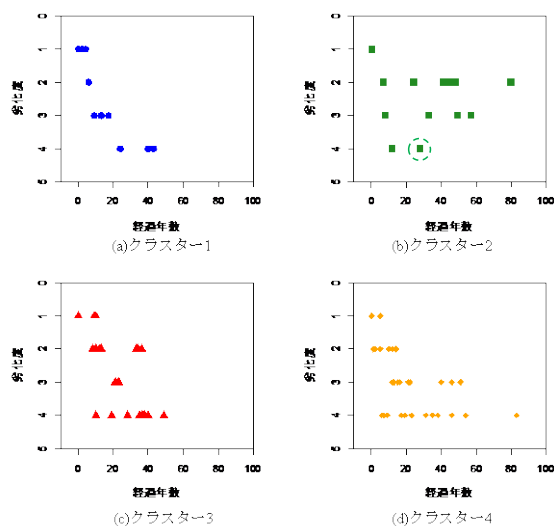


図-4 各クラスターの劣化度と経過年数の散布図

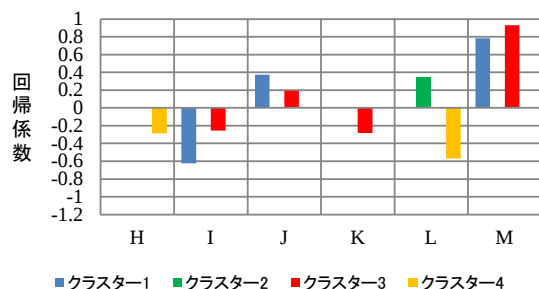


図-5 各クラスターの回帰係数