

Uリブ鋼床版き裂損傷の統計分析に基づく劣化要因分析報告

慈道充¹・曾我恭匡²・齊藤暖²

¹ (一財)阪神高速道路技術センター調査研究部調査研究第二課
² 保全交通部保全調整・点検課

要約

阪神高速道路では、鋼床版に生じているき裂損傷をデータベースで管理している。このうちUリブ鋼床版に生じているき裂について、き裂発生に影響する要因を統計的な手法によって分析した結果を報告する。具体的には、き裂損傷の有無を目的変数に設定し、累積10t換算交通軸数や、デッキプレート・縦リブ・横リブの諸元などを説明変数に設定した上で、相関分析を行った。相関分析にあたっては、目的変数、説明変数の性質に応じて相関分析の方法を使い分けた。

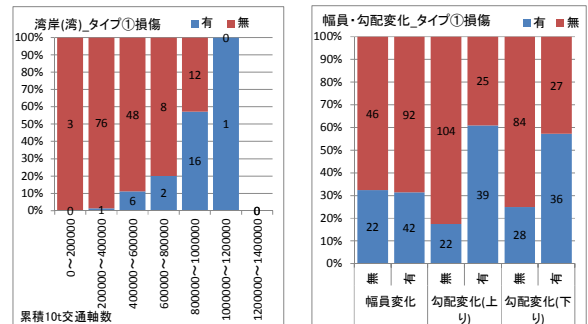
キーワード: 鋼床版, 疲労き裂, 単相関係数, 相関比, クラメールの連関係数

1. はじめに

阪神高速では鋼床版に生じたき裂を鋼床版維持管理システムというデータベースで管理している。このデータベースではき裂1本ごとに、発見された年、部位、き裂タイプとき裂の発生状況、対策の有無などが記録されている。これらのき裂データを径間・車線単位に集計し、き裂が発生している径間・車線と発生していない径間・車線に分類して発生割合を導出した結果と、き裂が発生した時点における累積10t換算交通軸数とを比較したところ、損傷の発生割合と累積10t換算交通軸数との間に一定の関連があるようにみえた(図-1a)参照)。

図-1a)は累積10t換算交通軸数の増加に伴って、損傷発生割合が高くなっている様子がみえる。また、図-1b)はき裂が発生している径間での幅員変化の有無と横断勾配変化の有無別にき裂発生割合を整理した事例である。この図をみると幅員変化の有無に対してき裂発生割合に差がみられないが、横断勾配変化の有無に対して損傷発生割合に大きな違いがみられる。このことは、横断勾配変化の有無がき裂発生に影響を与えている可能性を示唆している。なお、図中の数値は径間・車線数を示す。過年度の検討¹⁾では、横断勾配変化部はプレス加工が施されており、これが損傷発生の一因となっている可能性が指摘されている。横断勾配変化の有無とき裂発生割合との関係はこれを反映したものと考えることができる。

図-1の事例を見る限り、損傷の発生割合と累積10t換算交通軸数や横断勾配の変化の間には、一定



a) 累積10t換算交通軸数 b) 幅員変化・横断勾配変化
 図-1 き裂発生割合と説明変数との関係

の相関がみられる。このように、統計的な分析を通じて相関を評価することは損傷発生要因を抽出する有効な手段となりうる。一般的には、相関を評価する方法は相関係数を用いることが多い。しかし、相関係数を評価する場合、目的変数と説明変数の値が連続的に変化する「連続値」である必要がある。例示した図では、目的変数がき裂の有無を示しており、連続値ではなく「カテゴリー値」と呼ばれるものである。また、累積10t換算交通軸数は「連続値」であるが、横断勾配変化は「カテゴリー値」である。目的変数・説明変数が「連続値」でない場合には、相関係数を適用することは不適切であり、別の指標で相関を評価する必要がある。

そこで、本検討では、目的変数と説明変数の性質に応じた相関分析方法を整理し、Uリブ鋼床版に発生しているき裂の要因分析を行った。以下、2.

表-1 相関の程度を考え方

a) 単相関係数			b) 相関比, クラメール連関係数		
r の絶対値	細かく	大まかに	r	細かく	大まかに
$r \geq 0.7$	強い相関あり	相関あり	$r \geq 0.5$	強い相関あり	相関あり
$0.5 \leq r < 0.7$	相関あり		$0.25 \leq r < 0.5$	相関あり	
$0.3 \leq r < 0.5$	弱い相関あり		$0.1 \leq r < 0.25$	弱い相関あり	
$0 < r < 0.3$	非常に弱い相関あり	相関なし	$0 < r < 0.1$	非常に弱い相関あり	相関なし
$r = 0$	無相関		$r = 0$	無相関	

では変数の性質に応じた相関の評価方法について述べ、3. では鋼床版維持管理システムに登録されているき裂情報について概観する。4. では要因分析のための説明変数を設定し、5. で分析結果について考察する。

2. 相関の評価方法²⁾

(1) 単相関係数

目的変数と説明変数がともに「連続値」の場合には、単相関係数で評価する。単相関係数は目的変数と説明変数の分散・共分散に着目した指標であり、以下の式で表される。単相関係数は-1から+1までの値をとり、単相関係数が±1に近い時には、目的変数と説明変数の関係は直線的であって、±1から遠ざかるに従って直線的関係は薄くなり、0に近い時には、両者には全く直線的関係がない(表-1a)参照)。

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

r : 相関係数

S_{xy} : x と y の共分散

S_x : x の標準偏差

S_y : y の標準偏差

なお、この単相関係数から算出される t 値が、自由度と目標有意水準とで決まる t 値以上であれば、統計的な信頼性が確保されていると評価できる。

(2) 相関比

目的変数が「連続値」、説明変数が「カテゴリー値」の場合には、相関比で評価する。相関比は0から1までの値をとり、1に近づくほど相関が高いことを示す(表-1b)参照)。この相関比は説明変数ごとの目的変数の平均値の違いに着目した評価指標であり、以下の式で表される。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^a n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2}$$

r : 相関比

a : カテゴリーの種類

n_a : 各カテゴリーの数

x : カテゴリー変数

\bar{x} : 変数全体の平均

なお、この相関比から算出される F 値が、自由度と目標有意水準とで決まる F 値以上であれば、統計的な信頼性が確保されていると評価できる。

(3) クラメールの連関係数

目的変数が「カテゴリー値」、説明変数も「カテゴリー値」の場合、クラメールの連関係数を用いる。相関比と同様に、クラメールの連関係数は0から1の間をとり、1に近いほど目的変数と説明変数との相関が高い(表-1b)参照)。この指標は、目的変数と説明変数のクロス集計によって導出された目的変数と説明変数別の要素数の違いに着目しており、以下の式で表される。

$$r = \sqrt{\frac{\chi^2}{N \times \min(b-1, c-1)}}$$

r : クラメールの連関係数

b : カテゴリー1の分類数

c : カテゴリー2の分類数

N : サンプル数

χ^2 : カイ二乗値

この χ^2 値が自由度と目標有意水準とで決まる χ^2 値以上であれば、統計的な信頼性が確保されていると評価できる。

(4) 相関の評価方法の使い分け

本検討では「き裂の有無」「疲労寿命」の2種類の目的変数に対する相関分析を試みる。

「き裂の有無」はき裂の発生割合を導出するための変数であり、カテゴリー値である。目的変数がカテゴリー値の場合には、クラメールの連関係数によって相関を評価する。この場合、説明変数もカテゴリー値である必要がある。説明変数などの「桁形状」や「幅員変化」などのカテゴリー値の場合には、そのまま説明変数として使用することが可能であるが、「累積10t換算交通軸数」のように連続値の場合には、なんらかの方法でカテゴリー値に変換しなければならない。本検討では、連続値の任意の値で閾値を設け、閾値よりも値が高いカテゴリーと、低いカテゴリーに分け目的変数として取り扱う。

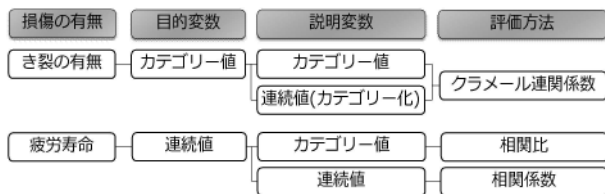


図-2 相関分析方法選定フロー

表-2 鋼床版に発生しているき裂数

損傷タイプ	き裂状況	損傷発生箇所数		
		バルブリブ	Uリブ	計
S	貫通き裂	4	32	36
①	縦リブとデッキプレート溶接部	0	2,323	2,323
②	縦リブ突合せ溶接部	11	230	241
③	垂直補剛材とデッキプレート溶接部	0	1,280	1,280
④	縦リブと横リブ交差部	2,833	657	3,490
⑤	その他(損傷タイプ⑤~⑧)	169	83	252
損傷発生箇所合計		3,017	4,605	7,622

※1 損傷タイプにかかわらず、貫通き裂が発生している箇所は、Sに計上

※2 ③垂直補剛材の損傷は主たるリブ形状で計上

表-3 Uリブ鋼床版を有する路線のき裂数

損傷タイプ	き裂状況	損傷発生数									
		大阪港	東大阪	湾岸(岸)	湾岸(湾)	淀川左岸	神戸西宮	湾岸(海)	湾岸(垂)	北神戸(北)	京都
S	貫通き裂	0	0	3	16	0	3	10	0	0	0
①	縦リブとデッキプレート溶接部	37	4	645	455	0	454	728	0	0	0
②	縦リブ突合せ溶接部	2	0	87	50	0	40	51	0	0	0
③	垂直補剛材とデッキプレート溶接部	9	0	204	466	0	503	98	0	0	0
④	縦リブと横リブ交差部	11	4	37	187	1	387	30	0	0	0
⑤	その他(損傷タイプ⑤~⑧)	0	0	34	35	0	2	12	0	0	0
損傷発生数合計		59	8	1,010	1,209	1	1,389	929	0	0	0

表-4 Uリブ鋼床版を有する路線のき裂発生径間数とき裂発生率

損傷タイプ	き裂状況	損傷発生径間数									
		大阪港	東大阪	湾岸(岸)	湾岸(湾)	淀川左岸	神戸西宮	湾岸(海)	湾岸(垂)	北神戸(北)	京都
S	貫通き裂	0	0	3	2	0	3	8	0	0	0
①	縦リブとデッキプレート溶接部	6	1	30	11	0	28	43	0	0	0
②	縦リブ突合せ溶接部	0	0	6	6	0	3	8	0	0	0
③	垂直補剛材とデッキプレート溶接部	1	0	14	19	0	39	11	0	0	0
④	縦リブと横リブ交差部	2	0	2	6	1	30	1	0	0	0
⑤	その他(損傷タイプ⑤~⑧)	0	0	5	1	0	1	3	0	0	0
損傷発生径間合計		9	1	60	45	1	104	74	0	0	0
資産数		19	45	96	92	22	165	159	4	4	53
損傷発生率(損傷発生径間合計/資産数)		47.4%	2.2%	62.5%	48.9%	4.5%	63.0%	46.5%	0.0%	0.0%	0.0%

一方、疲労寿命はき裂が発見された最初の年と竣工年との差で定義され、連続値で評価される。目的変数が連続値であるため、相関の評価指標は単相関係数か相関比となる。説明変数が「桁形状」や「幅員変化」などのカテゴリ値の場合には、相関比で評価し、累積10t換算軸数などの連続値の場合には単相関係数で評価する。

目的変数と説明変数の性質の違いに着目した相関の評価方法の選定フローを図-2に示した。

3. 分析に用いたデータ

鋼床版維持管理システムから取得したき裂に関する情報(2018年7月12日取得)のうち、本検討では、Uリブ鋼床版に発生しているき裂情報に基づいて検討を進める。

表-2に示す通り、Uリブ鋼床版では、タイプ①き裂が最も多く2,323損傷あり、次いでタイプ③き裂が1,280損傷存在する。タイプ④き裂は657損傷ある。

このUリブに発生しているき裂損傷のデータを路線別に整理した結果を表-3に示す。き裂数は神戸西宮線で1,389本、湾岸(湾)線で1,209本、湾岸(岸)線で1,010本、湾岸(海)線で929本と特定の路線に集中していることがわかる。

さらに、これを径間単位で集計し直した結果を表-4に示す。径間単位でみると、神戸西宮線で104径間、湾岸(湾)線で60径間、湾岸(岸)線で45径間、湾岸(海)線で74径間である。この表には路線単位

の鋼床版資産数も表示しているが、資産数に占める損傷径間数で評価すると、神戸西宮線で63.0%、湾岸(湾)線で48.9%、湾岸(岸)線で62.5%、湾岸(海)線で46.5%である。大阪港線はき裂発生径間数が9径間と少ないが、き裂発生率が47.4%になる。

以降の検討では、き裂発生径間数が多い「神戸西宮」線、「湾岸(湾)」線、「湾岸(岸)」線、「湾岸(海)」線を対象とした。

目的変数を「損傷の有無」したときの評価単位は1径間かつ1車線とし、評価単位に発生しているき裂数に関係なく、き裂が発生していれば「有」、き裂が発生していなければ「無」と評価した。

目的変数を「疲労寿命」としたときの評価単位はき裂1本ごととした。

本検討では、き裂のデータ以外に累積10t換算交通軸数のデータを用いている。累積10t換算交通軸数は平成24年3月31日時点の値を基準にして、き裂発生年の値に案分した。

4. 分析に用いる説明変数の設定

表-5は相関分析に用いる説明変数の一覧を示したものである。これらの値のうち累積10t換算交通軸数以外は鋼床版維持管理システムに登録されている諸元、保全情報管理システムに登録されている諸元を用いた。登録されている情報を確認したところ、横リブ幅、縦リブ支間長、横リブ支間長、累積10t換算交通軸数は連続値として扱えるほど値が分布していたため、クラメールの連関係数で相

表-5 説明変数の分類と内訳一覧

説明変数	分類	内訳
バチ・斜形状	カテゴリ値	なし、斜形状、バチ形状、バチ・斜形状
桁形状	カテゴリ値	直線主桁、曲線主桁、直線・曲線主桁
車線番号	カテゴリ値	1、2、3、4、5、6、7、8
幅員変化	カテゴリ値	有、無
勾配変化	カテゴリ値	有、無、空白
溶接サイズ	カテゴリ値	0(値なし)、5、6、7、8
デッキプレート最小値	カテゴリ値	12mm、13mm、14mm
縦リブ板厚	カテゴリ値	なし、6mm、8mm
縦リブ幅	カテゴリ値	300mm、320mm、324mm、330mm
縦リブ高さ	カテゴリ値	220mm、240mm、242mm、250mm、260mm、262mm、288mm
横リブ板厚	カテゴリ値	9mm、10mm、11mm、12mm、13mm
横リブ幅	連続値/カテゴリ値	損傷の有無について相関を検討する際には、以下の境界を設定しカテゴリ一値化 横リブ幅：300mm 疲労寿命の相関を検討する際には、連続値で取り扱う
縦リブ支間長	連続値/カテゴリ値	損傷の有無について相関を検討する際には、以下の境界を設定しカテゴリ一値化 支間長：2,500mm、3,000mm、3,200mm 疲労寿命の相関を検討する際には、連続値で取り扱う
横リブ支間長	連続値/カテゴリ値	損傷の有無について相関を検討する際には、以下の境界を設定しカテゴリ一値化 支間長：5,000mm、7,500mm、9,000mm、11,000mm 疲労寿命の相関を検討する際には、連続値で取り扱う
累積10t換算交通軸数	連続値/カテゴリ値	損傷の有無について相関を検討する際には、以下の境界を設定しカテゴリ一値化 軸数：500,000軸、600,000軸、800,000軸、1,100,000軸、1,500,000軸、1,800,000軸 疲労寿命の相関を検討する際には、連続値で取り扱う
年平均10t換算交通軸数	連続値	疲労寿命の相関を検討に用いる

関を評価する際には、閾値を設定しカテゴリ一値化した。閾値は複数設定し、設定した閾値ごとに相関分析を実施し、最も相関がみられた閾値で評価することとした。

鋼床版維持管理システム、保全情報管理システムにはI桁や箱桁などの桁種別、き裂の発生位置情報として箱桁内部・外部の情報を持っているが、リブや車線番号等の影響を強調するために、あらかじめI桁、箱桁内側、箱桁外側でデータを分けた。

5. 分析結果

(1) 損傷の有無に影響を与える要因

図-3は湾岸(湾)線について、き裂発生割合と車線番号との関係を整理した結果である。タイプ①、④き裂ともに第1車線箱桁内側のき裂発生割合が高く、相関もタイプ①き裂で0.229、タイプ④き裂で0.286となった。クラメールの連関係数で相関を評価しており、0.250以上だと相関があると評価できる。箱桁外側は統計的に有意とならなかったため評価していない。つまり、統計分析上第1車線箱桁内側はき裂が発生しやすいと評価できる。

次に、き裂発生割合と累積10t換算換算交通軸数との関係を整理した。累積10t換算換算交通軸数については、閾値を60万軸数、80万軸数、110万軸数の3つの閾値を設定し、相関分析を実施した。各閾値での相関分析結果は表-6に示すが、ここでは相関が最も高かった80万軸数を閾値にした結果について述べる。タイプ①き裂、タイプ④き裂ともに80万軸数よりも大きい径間でき裂発生割合が高くなり、クラメール連関係数の値はタイプ①き裂では

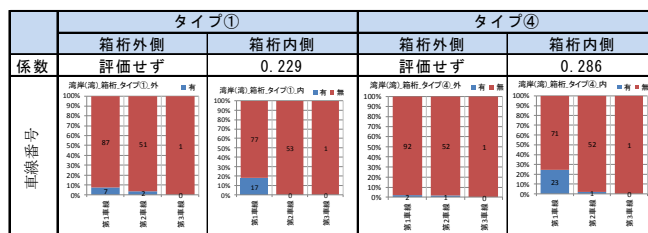


図-3 車線番号とき裂発生割合との相関(湾岸(湾))

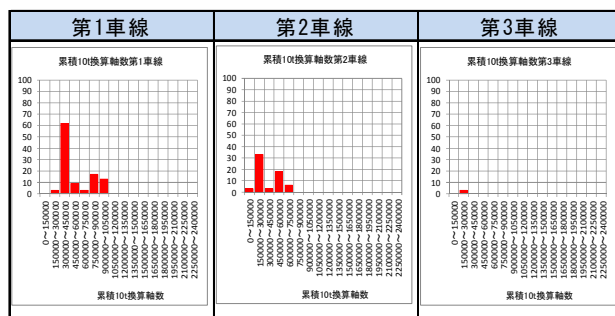


図-4 車線毎累積10t換算交通軸数分布(湾岸(湾))

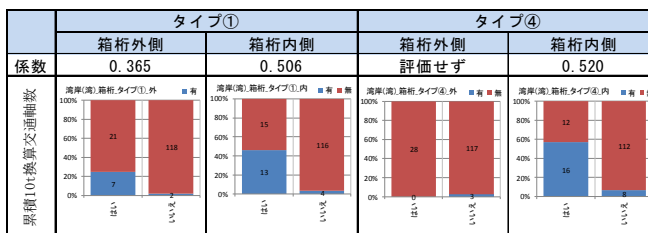


図-5 累積10t換算交通軸数とき裂発生割合

0.365(箱桁外側)、0.506(箱桁内側)となり、タイプ④き裂では0.520(箱桁内側)となった。箱桁内側では推計結果が統計的優位とならなかったため、評価していない。

鋼床版の箱桁のタイプ①き裂については、過年

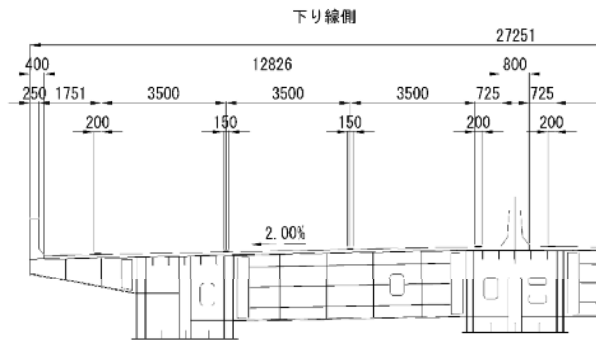


図-6 片側3車線、箱桁の断面

度の検討¹⁾において、有限帯板法(FSM)によるパラメトリックな解析が実施されている。その検討では、縦リブ支間長・横リブ支間長・輪荷重作用位置と発生曲げモーメントとたわみとの関係を整理し、疲労き裂の要因について考察している。この検討結果では「ねじり剛性を有する閉断面のUリブといえども荷重分配効果は小さく、隣接縦リブ間のたわみ差が大きいことを示しており、逆にねじり剛性の大きいUリブであるが故に隣接縦リブ間のたわみ差により鋼床版およびUリブには橋軸直角方向の曲げが作用することを示している。(中略)この直角方向の曲げが亀裂の主因とすれば、直角方向のたわみ差(曲率)が大きくなる主桁ウェブ近傍の縦リブの方が損傷発生の可能性が高いことになる。あるいは、横リブの変形の小さい主桁box内の縦リブの方が亀裂が生じ易いことになる。」と考察している。

この考察を踏まえると、湾岸線の第1車線は箱桁の主桁が配置されており(図-6参照)、かつ第1車線の交通軸数が多くなることから交通荷重によるたわみ差と交通量の影響でき裂が発生しやすいことになる。しかも、主桁内部でき裂発生割合が高いこともパラメトリック解析の考察と整合する。

この検討結果に基づく、第1車線でき裂発生割合が高くなるのは、第1車線の交通軸数が多いだけでなく、主桁近傍に輪荷重が作用することによって直角方向のたわみ差が大きくなり、き裂が生じているとも考えられる。

パラメトリック解析では、横リブ支間長の影響はほとんどなく、縦リブ支間長の影響のほうが大きいと考察している。表-7に示す通り、湾岸(湾)線については縦リブ支間長については統計的に有意な結果が得られなかった。横リブ支間長については、横リブ支間長が長いほどき裂発生割合が低くパラメトリック解析結果との整合はあまりよくない(図-7参照)。この原因については更なる考察が必要と考えられる。

縦リブの諸元が疲労に与える影響については、国総研の研究³⁾でFEMによるパラメトリック解析が実施されている。この検討では、縦リブ諸元と応力範囲との関係が整理されており、縦リブの諸元の違いによって応力範囲に大きな差が発生していなかったことから、縦リブ諸元が疲労に与える影

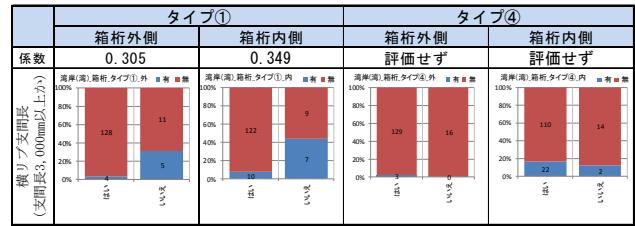


図-7 横リブ支間長とき裂発生割合

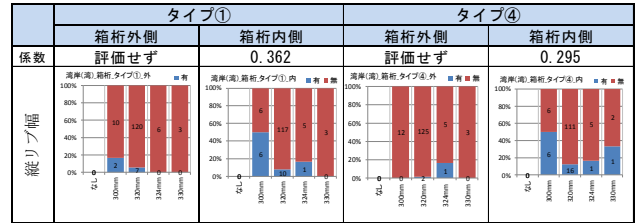


図-8 縦リブ幅とき裂発生割合

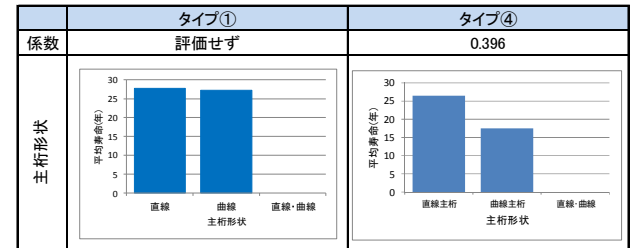


図-9 主桁形状と疲労寿命の平均値

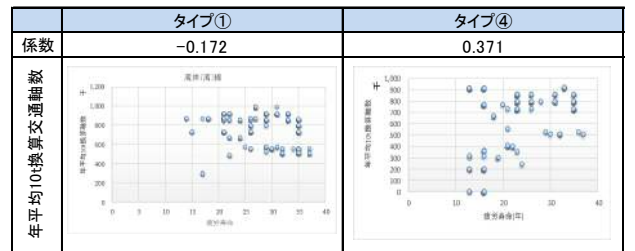


図-10 年平均10t換算軸数と疲労寿命の関係

響はあまりないと考察している。図-8は縦リブ幅に着目した結果を示すが、統計的に有意と評価した箱桁内側について、縦リブの幅とき裂発生割合に一定の傾向がみられない。

以上のことから、湾岸(湾)線に発生しているき裂は交通荷重の影響による疲労であり、統計的分析結果と構造的な解析結果と概ね整合していることがわかった。

(2) 疲労寿命に影響を与える要因

次に、疲労寿命に影響を与える要因について分析した結果を報告する。疲労寿命は連続値であるため、説明変数がカテゴリー値の場合には相関比で、連続値の場合には単相関係数で相関分析を行った。縦リブ・横リブ諸元については、クラメールの連関係数による評価で相関がみられないケースが多かったため、諸元同士の相関を確認し、分析対象の説明変数を絞り込んだ。

湾岸(湾)線に着目すると、「損傷の有無」では統計的優位とならなかった「主桁形状」がタイプ④き裂で相関があると評価された。図-9に示すとおり、タイプ④の場合には曲線主桁の場合に寿命

表-6 損傷の有無と説明変数との相関分析結果

	バチ桁	直線主桁	車線番号	幅員変化	勾配変化		縦リブ溶接サイズ	デッキプレート板厚(mm)	縦リブ			横リブ		
					上り	下り			板厚	幅	高さ	板厚	幅300mm以上	
湾岸(湾)	き裂タイプ①	外側	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200	0.233	0.000	
		内側	0.000	0.000	0.229	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.362	0.362	0.251	0.235
	き裂タイプ④	外側	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.164	0.282	0.195	0.000
		内側	0.000	0.000	0.289	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.295	0.307	0.302	0.000
		縦リブ 支間長			横リブ 支間長				累積10t交通軸数					
		2500mm以上	3000mm以上	3200mm以上	5,000mm以上	7,500mm以上	9,000mm以上	11,000mm以上	500,000軸以上	600,000軸以上	800,000軸以上	1,100,000軸以上	1,500,000軸以上	1,800,000軸以上
湾岸(湾)	き裂タイプ①	外側	0.000	0.000	0.000	0.305	0.356	0.248	0.000	0.352	0.343	0.365	0	
		内側	0.000	0.000	0.000	0.349	0.194	0.223	0.000	0.361	0.450	0.506	0	
	き裂タイプ④	外側	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	
		内側	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.326	0.447	0.520	0	

表-7 疲労寿命と説明変数との相関分析結果

き裂タイプ	路線	相関比							相関係数				
		幅員変化	勾配変化(上り)	勾配変化(下り)	縦リブ板厚(mm)	横リブ板厚(mm)	主桁形状	バチ・斜形状	損傷発生時累積10t換算軸数	年平均10t換算軸数	縦リブ支間長(mm)	横リブ支間長(mm)	横リブ幅(mm)
タイプ①	湾岸(湾)	0.042077	0.02097	0.020673	0.052436	0.186101	0.000	0.17717	0.653511	-0.17177	-0.379223	-0.26134	0.000
タイプ④	湾岸(湾)	0.046515	0.062803	0.254261	0.024765	0.182281	0.3964	0.000	0.366246	0.370551	0.000	-0.20698	-0.49754

注：「0.000」は統計的に有意ではないことを示す。

が短くなる傾向がみられ、タイプ①では主桁形状の違いによる疲労寿命に差がみられないことから統計的に有意と評価されなかった。また「年平均10t換算交通軸数」は単相関係数で評価したが、タイプ①き裂は相関がみられず、タイプ④き裂についても弱い相関がみられるに留まった(図-10参照)。「年平均10t換算交通軸数」は1年間の交通量の大きさを示しており、交通荷重によるインパクトと解釈することができる。このインパクトが大きいと疲労寿命が短くなると考えられるが、湾岸(湾)線では相関がみられなかった。この原因については更に検討が必要である。

6. まとめ

本検討では、目的変数と説明変数の性質に応じて相関分析方法を使い分けながら、鋼床版に生じているき裂の要因を分析した。湾岸(湾)線を中心に考察した結果、「損傷の有無」については、「車線番号」、「累積10t換算交通軸数」の影響が顕著であり、構造的な考察からも交通荷重による疲労き裂と評価できる。この評価によって、湾岸(湾)線については、第1車線で交通荷重が累積すると疲労き裂が発生する可能性が高く、疲労に対する何等かの対策を実施する場合には優先順位を高く評価することができる。

以上の結果を踏まえると、相関分析はき裂の要因を絞り込む有効な手段であると考えられる。説明変数によっては統計分析で有意と評価されないものもあったが、これらの課題は継続した情報の蓄積で解決に向かうと考えられる。

発生事象から原因を絞り込むことは逆問題を解くことであり、想定される原因が複数ある場合には、原因の特定は煩雑になる。土木構造物はライ

フサイクルが長く、竣工からの経過年数が長い構造物の劣化を特定することは、置かれている環境や作用する外力、材料・施工など様々な劣化要因が想定されるため、さらに難しい。

劣化要因を絞り込む一つの手段として統計的な分析は有効な手段であると考えられる。

本検討では、鋼床版の疲労き裂を対象とした。鋼床版の疲労き裂は、要因は限定されているとともに、過去にもさまざまな検討がなされており、構造的な視点でもき裂の発生要因が分析されてきた。そのため、構造的な検討結果と統計的な分析結果を容易に比較することができた。

一方、コンクリート構造物は劣化要因が鋼構造物よりも多くなると考えられるため、要因の特定には、コンクリートの物性値や作用している外力など非常に多くの情報が必要になる。

情報技術が急速に発達し、取り扱う情報量が飛躍的に多くなるとともに、構造物の健全度をモニタリングする手法も進展していることを考えると、統計的手法による損傷要因分析技術を発達させる必要があると考えられる。今後は、どのような情報を取得するのが適切かを議論するとともに、相関分析以外の高度な分析方法を適用することも考えていかなければならない。

参考文献

- 1) 平成20年度 既設鋼床版疲労対策優先度策定業務報告書(平成21年6月、(財)阪神高速道路管理技術センター)
- 2) 例題とExcel演習で学ぶ多変量解析 回帰分析・判別分析・コンジョイント分析編、菅民郎著、Ohmsha
- 3) 鋼部材の耐久性向上策に関する共同研究~実態調査に基づく鋼床版の点検手法に関する検討~ 国総研資料第471号