

I - A179

主桁腹板上の鋼床版舗装ひび割れに関する検討

首都高速道路公団 正会員 田嶋仁志
 首都高速道路公団 正会員 半野久光
 ○長大 正会員 山崎武文

1. はじめに

鋼床版は軽量で合理的な構造である反面、剛性が低いため局所的な変形が大きいという短所を有している。鋼床版の設計では舗装の剛性を無視しているが、実際には舗装の合成効果が認められている¹⁾。その舗装自体にひび割れが数年で発見される場合があり、その多くは主桁腹板上に沿って発生している^{2)・3)}。これは鋼床版の変形により主桁腹板直上の舗装に引張ひずみが発生し、その繰返しによりひび割れが発生したと判断される。道路橋示方書⁴⁾（以下、道示という）には、「腹板上の舗装のひびわれの抑制に配慮する」という規定が盛り込まれ、解説には、活荷重によって生じる腹板上のデッキプレートの曲率半径を20m以上とするのが望ましいと示されている。そこで、舗装の供試体から得られた舗装ひずみの疲労曲線、実橋載荷試験結果から、鋼床版舗装ひび割れの疲労寿命を推定し、寿命とデッキプレートの曲率半径との関係を解析的に検討した。

2. 設計軸重によるデッキプレートの曲率半径

上記曲率半径20mの算出条件ケース1³⁾と、舗装厚80mm、B活荷重としたケース2との2ケースでF S M解析を行い、曲率半径、舗装表面ひずみを算出した。解析対象は載荷試験を実施した鋼床版箱桁橋¹⁾で、横リブ間隔（縦リブ支間）は2.062m、舗装のスチフネスは $E = 20 \text{ tf/cm}^2$ である。比較結果を表-1に示す。

表-1 腹板直上曲率半径、舗装表面ひずみ

ケース	舗装厚	輪重	衝撃係数	曲率半径	舗装上面ひずみ
ケース1	60mm	8tf	0.4	25.7m	2266 μ
ケース2	80mm	10tf	0.4	41.7m	1803 μ

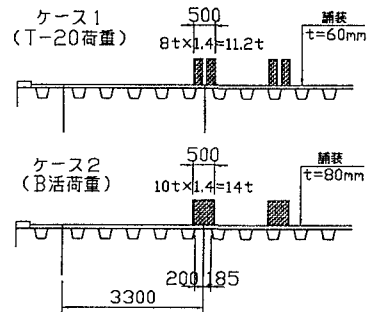


図-1 解析ケース

舗装厚60mmで輪重10tfであれば曲率半径は20.6mとなり、道示の規定にほぼ合致する。首都高速道路の標準舗装厚は80mmで、標準的な鋼床版構造では設計荷重による曲率半径は約40m程度と推定される。

3. 舗装疲労曲線

舗装供試体（5×5×40cm）の疲労試験結果⁵⁾より、鋼床版舗装上層に適用される粗粒度ギャップアスコンの疲労曲線を舗装ひずみ ϵ 、繰返し回数 N より算定した。試験結果は気温0℃における結果であり、図-2に示す。

$$\epsilon^m \times N = C \text{ (CONSTANT)} \quad \text{式-1}$$

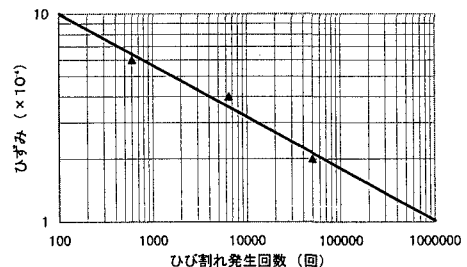
ここに、 $m = 4.0259$ 、 $C = 1.1930 \times 10^{14}$ （気温0℃）

次節に示す静的載荷試験結果から、舗装のスチフネス $E = 20 \text{ tf/cm}^2$ に対応する気温は18℃と推定され、温度別単純曲げ試験で得られた結果から補正すると、その場

合の勾配 m は変わらず、 $C = 9.5477 \times 10^{15}$ と推定された。図-2 疲労曲線図（粗粒度ギャップアスコン：0℃）

キーワード：鋼床版舗装、舗装疲労曲線、舗装疲労寿命、舗装表面ひずみ、曲率半径

連絡先：〒100 東京都千代田区霞が関1-4-1 TEL 03-3502-7311 FAX 03-3502-2411



4. 舗装ひずみ実橋測定結果および舗装疲労寿命の推定

首都高速道路公団で実施された実橋載荷試験結果の一部を図-3, 4に示す。

静的載荷試験は夏, 冬の2回実施され, 腹板直上舗装表面ひずみの測定結果とF S M解析結果から舗装のスチフネスEを逆算した場合, 夏（気温23℃）で $E=16.3 \text{ tf/cm}^2$, 冬（気温6℃）で $E=34.6 \text{ tf/cm}^2$ と算出され, $E=20 \text{ tf/cm}^2$ の場合気温を18℃で補正するものとした。

走行実験結果から舗装ひずみに関して次のような特徴が得られたので, 舗装の疲労寿命算出にあたって配慮した。

- ①走行時舗装ひずみは, 静的載荷時の粘弾性体としての挙動と異なり, ほぼ弾性体としての挙動をしている。これは, 表-2に示すとおり前軸とタンデム軸との軸重比率と舗装ひずみ比率がほぼ比例していることからわかる。また, 同じ荷重に対してのひずみは静的載荷と比較し小さい。
- ②走行時のタンデム軸重により載荷される場合, 舗装に生じるひずみは1軸載荷に相当する。

車線日交通量3万台モデル, 試験結果および舗装疲労曲線式-1を適用して, 腹板直上舗装の疲労寿命を推定した。

- ①腹板直上車輪載荷: 約2年（設計荷重曲率半径 $R_D=42\text{m}$ ）
- ②腹板両側車輪載荷: 約50年（設計荷重曲率半径 $R_D=115\text{m}$ ）

腹板付近を常時走行する場合は舗装の疲労寿命が短く, 腹板から離れれば長くなる傾向が得られた。

5. 舗装疲労寿命10年に対応する設計荷重による必要曲率半径

舗装疲労寿命10年に対応する設計荷重による必要曲率半径, 舗装ひずみを表-3に示す。

表中の静的および走行時の結果は試験結果により, ε_f は式-1から算出した寿命10年対応走行時ひずみで, $\varepsilon_{sf} = \varepsilon_s \times \varepsilon_f / \varepsilon_d$, $R_{sf} = R_s \times \varepsilon_d / \varepsilon_f$ で静的に換算している。 ε_{Df} , R_{Df} は設計軸重28tfと試験車軸重7.92との比率および静的換算値より算出した寿命10年対応の設計軸重による舗装ひずみ, 曲率半径である。設計軸重による設計値 ε_D , R_D との比率が1以上の場合, 舗装の疲労寿命が10年以下となることを意味する。疲労寿命10年の場合の曲率半径は腹板上車輪走行で約60m程度必要である。

6. まとめ

鋼床版舗装ひび割れに関して解析的に検討した結果, 主桁腹板上に常時輪荷重が乗る位置にある場合には舗装の疲労寿命が短いことがわかった。これらの対策として, 鋼床版の曲率半径を大きくとるような構造的な改善をする他, 主桁位置をなるべく常時輪荷重位置走行位置から離す必要があると考えられる。

【参考文献】1) 森ほか: 鋼床版舗装の力学的性状の実験的研究, 土木学会第51回年次学術講演会, 1996. 9, 2) 山本ほか: 鋼床版舗装の線状ひび割れ調査, 土木学会第51回年次学術講演会, 1996. 9, 3) 多田宏行: 橋面舗装の設計と施工, 鹿島出版会, 1996. 3, 4) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編, 丸善, 1996. 12, 5) 川田成彦ほか: 鋼床版舗装の疲労特性に関する検討, 舗装, 第32巻8号, 1997. 8

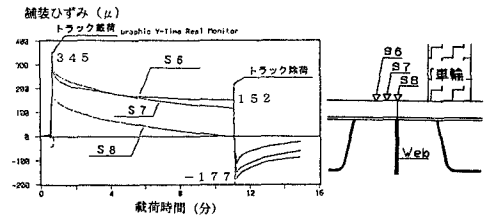


図-3 静的載荷時の舗装ひずみ状況

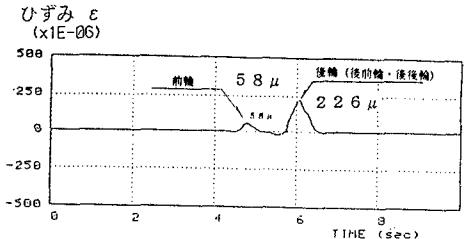


図-4 走行時の舗装ひずみ性状

表-2 試験車軸重および走行時舗装ひずみ

軸種	軸重(tf)	走行時舗装ひずみμ
前軸	4.88(0.301)	58(0.257)
後輪タンデム軸	15.84(1.000)	226(1.000)

表-3 疲労寿命10年対応設計荷重曲率半径, 舗装ひずみ

腹板上舗装項目 (スチフネス $E=20 \text{ tf/cm}^2$)	腹板直上車輪載荷時	腹板両側車輪載荷時
静的載荷時舗装ひずみ	$\varepsilon_s (\mu)$	508
静的載荷時曲率半径	$R_s (\text{m})$	148
走行時舗装ひずみ	$\varepsilon_d (\mu)$	257
10年疲労対応走行時ひずみ	$\varepsilon_f (\mu)$	175
10年疲労対応静的換算舗装ひずみ	$\varepsilon_{sf} (\mu)$	346
10年疲労対応静的換算曲率半径	$R_{sf} (\text{m})$	217
設計荷重換算疲労時静的舗装ひずみ	$\varepsilon_{Df} (\mu)$	1223
設計荷重換算疲労時静的曲率半径	$R_{Df} (\text{m})$	61
設計荷重舗装ひずみ	$\varepsilon_D (\mu)$	1803
設計荷重曲率半径	$R_D (\text{m})$	42
舗装ひずみ比率	$\varepsilon_D / \varepsilon_{Df}$	1.5
曲率半径比率	R_{Df} / R_D	1.5