

【参考資料-1】 損傷橋梁の構造諸元

1 損傷橋梁の構造諸元と疲労耐久性の検討

損傷橋梁の各諸元について表-1 に示す。表に示す損傷橋梁の各諸元の共通性と既往の研究結果から、鋼床版の構造諸元が疲労耐久性に与える影響の有無を整理する。

(1) 橋梁形式、橋長・支間割

橋梁形式はいずれも箱桁形式であった。またその支間長は箱桁橋の場合は 50～120m 程度であった。

鋼床版において箱桁形式は広く一般的に用いられている形式であること、および、支間長は鋼床版箱桁橋の標準的な範囲内であったことから、これらの諸元の疲労耐久性に与える影響は少ないと考えられる。

(2) 幅員（車線幅）、車線数

車線幅は 3.25～3.5m 程度であった。車線数は 7 橋中 6 橋が片側 2～3 車線であった。

既往の研究¹⁾では、車線幅が狭い場合には大型車の走行位置のばらつきが小さくなり疲労に対する荷重条件が厳しくなることが指摘されている。しかし、今回調査した損傷橋梁においては、特に車線幅が狭いなどの特徴を有するものは無く、今回の諸元の範囲では疲労耐久性に与える影響は少ないと考えられる。

(3) 舗装厚と舗装の材質

舗装厚は 65～80mm であった。その材質は 7 橋中 4 橋が改質アスファルトであった。

損傷橋梁は一般的な舗装厚であり、今回の諸元の範囲では疲労耐久性に与える影響は少ないと考えられる。一方、今回の調査範囲では、損傷橋梁の 7 橋中 4 橋は改質アスファルト舗装であった。舗装の剛性が鋼床版の疲労に影響を及ぼすことが既往の研究²⁾で指摘されている一方、具体的な舗装の種類ごとの疲労耐久性は明らかになっていないが、鋼床版設計時には留意する必要があると考えられる。また、舗装が損傷した場合に着目溶接部の発生応力が増加するという研究事例³⁾があることから、鋼床版設計時には舗装の維持管理性についても検討する必要があると考えられる。

(4) トラフリブ形式

損傷橋梁 7 橋のうち 4 橋が現在の日本鋼構造協会規格（JSS II 08-1983）と異なる形状のトラフリブが採用されていた。また、トラフリブ厚は 7 橋中 4 橋が 8mm であった。

現在のトラフリブ規格制定前に施工された橋梁は現在の JSS 規格と形状寸法が異なり、これらの形状寸法の違いは着目溶接部の発生応力に影響を与えたと考えられる。しかし、損傷橋梁のトラフリブウェブ間隔は 310mm～340mm、高さは 240～280mm 前後であり現

在のトラフリブ規格に近い寸法形状であること、および、現在の JSS 規格に準じる橋梁においても損傷が発生していることから、今回調査した諸元の範囲では損傷要因と大きな因果関係は無いと考えられる。

一方、トラフリブ厚が 6mm に比べ 8mm の場合に溶接ルート部の発生応力が 6~7% 上昇することが示された解析的研究⁴⁾や、そのど厚はトラフリブ厚に比例して増厚することが必要との研究例⁵⁾がある。また、トラフリブ厚が 8mm の場合には開先を設けることが多く、トラフリブ厚 6mm の場合に比べ溶け込み量が多くなる（一般に、50% 程度の溶け込み量となる）という構造的な差異が発生する。溶け込み量と疲労損傷の関係は明確になっていないが、これらの研究結果、およびトラフリブ厚 8mm の場合に損傷が多いことを考慮し、鋼床版設計時に構造諸元を検討する必要がある。

(5) 横リブ間隔

損傷橋梁 7 橋の内、横リブ間隔が 2.5m 未満のものが 2 橋で、その他 4 橋は 2.5m~3.0m であった。

既往の研究⁴⁾において、横リブ間隔が 2.5m から 3.0m になることで輪荷重直下の着目溶接部の最小主応力の差異の影響は少ないという結果が得られているが、値は小さいものの直上載荷で無い場合の最大主応力が 10% 程度増加する結果となっている。また、横リブ間隔の増加により床組み応力も増加する。よって、損傷橋梁の傾向を踏まえ、横リブ間隔は 2.5m 以下が望ましいと考えられる。なお、疲労設計指針⁶⁾を適用する場合には、横リブ間隔を 2.5m 以下としておく必要がある。

(6) 供用年、大型車交通量

損傷橋梁の供用年数は 13 年~30 年、大型車交通量は 1900 台/車線/日~12000 台/車線/日であった。また、損傷橋梁はいずれも重交通路線上の橋梁であった。

文献 1) では、損傷橋梁の供用年数および大型車交通量の実績からデッキプレート貫通き裂発生の有無が検討されている。検討の結果、損傷橋梁は 1 車線あたりの大型車累積台数が概ね 2.5×10^7 台以上の橋梁に該当することが示されている。これは、例えば、供用期間を 100 年とした場合、 2.5×10^7 台 / 36500 日 = 684 台 / 日 / 車線以上の大型車交通量を有する場合に損傷が生じる結果となる。

また、損傷橋梁は厳しい荷重条件を有する重交通路線上に位置しており、舗装の損傷も著しい橋梁が多かったことから、特にこの様な特徴を有する路線では、鋼床版設計時に留意が必要である。

(7) デッキプレート厚

損傷橋梁における損傷部のデッキプレート厚は 12mm であった。

損傷橋梁においては、断面変化によりデッキプレートが変化すること場合であっても、

デッキプレート貫通き裂が発生した部位は、デッキプレート厚が 12mm あるいは 13mm の箇所であった。なお、このうち 1 橋で超音波探傷試験によりルート内部のき裂の有無を調査した結果、デッキプレート厚が 12mm の場合、検査溶接延長に対し 1.3% の長さでエコーが確認されたが、デッキプレート厚が 13mm の場合には 0.4%、14mm 以上の場合には検出されなかった。よって、損傷橋梁の各諸元の範囲では、デッキプレート厚が 14mm 以上ではデッキプレート貫通き裂に対する耐久性が高まると考えられる。

【参考文献】

- 1) 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－，国土技術政策総合研究所資料共同研究報告書，第 471 号，H20.8
- 2) 岩崎，長田，西川，小塩，山田：アスファルト舗装が鋼床版の疲労に及ぼす影響，土木学会論文集，No.563，I-39，pp.161-171，1997.4
- 3) 井口，内田，川畑，玉越：アスファルト舗装の損傷が鋼床版の局部応力性状に与える影響，鋼構造論文集，第 15 巻 59 号，pp.75-86，2008.9
- 4) 村越，有馬：鋼床版における最近の疲労損傷事例と対策に関する検討－デッキプレート内進展き裂を対象として－，第 5 回床版シンポジウム講演論文集，pp.13-24，2006.7
- 5) 川畑他：デッキプレート厚・U リブ厚・溶接溶け込み量が鋼床版の応力性状に与える影響，第 4 回床版シンポジウム講演論文集，pp.17-22，2005.7
- 6) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，H14.3
- 7) 日本道路協会：道路橋示方書Ⅱ表－解 8.2.1，H14.3

表-1 デッキプレート貫通き裂発生橋梁とその諸元について※1)

橋梁名	M2橋	M3橋	M10橋	C1橋	A橋	H橋	K橋
橋梁諸元	型式	3径間連続箱桁橋	3径間連続箱桁橋×2連	3径間連続箱桁橋	3径間連続箱桁橋	ニールセンターゼ折	斜張橋
	橋長	鋼床版箱桁橋 (単純・3径間連続+単純) 405.8 m (62.5+280.1+62.5m) 連続桁部90+100+90m 150 m (3.5m) ^{※2)} 3車線	210 m 65.0+80.0+65.0m 24.0 m (3.5m) 3車線	698m 12.5 m (3.25m) 1車線	469 m 12.5 m (3.25m) 3車線	840m 124.2+150.0+124.2m 14.9~17.6m (3.5m) 2車線	256m 254m 20.25m (3.5m) 2車線
構造諸元	舗装	75mm	75mm	70mm	75mm	65mm	80mm
	基礎	改質アスコン 35mm 改質アスコン 40mm U-340×284×8(円形リブ) ^{※4)} 3.0m ^{※4)}	表層改質1型 35mm 基層改質1型 40mm 310×274×8(円形リブ) ^{※4)} 端部1.2m、一般2.5m	ホリヤ改質アスファルト 30mm ホリヤ改質アスファルト 40mm U-320×250×8 ^{※4)} 2.75m ^{※4)}	密度度キヤップアスコン 40mm 細粒度アスコン 40mm U-340×280×8 ^{※4)} 2.95m ^{※4)}	鋼床版用改質アスコン 35mm 鋼床版用改質アスコン 40mm U-320×240×6 2.0m	密度度アスファルト 35mm ケースアスファルト 30mm U-320×240×6 3.0m ^{※4)}
履歴その他	供用年	1980年	1978年	1986年	1979年	1996年	1987年
	大型車交通量 ^{※3)} 舗装の損傷等	5,668台/日/車線 損傷多数あり	5,668台/日/車線 舗装損傷が多い	2,617台/日/車線 舗装損傷が多い	1,943台/日/車線 舗装損傷が顕著	5,489台/日/車線 損傷少	5,234台/日/車線 損傷あり
損傷状況	損傷部	一般部、横リブ交差部 12mm	一般部 12mm	貫通き裂は一般部 12mm(車道を裂傷所)	一般部、横リブ交差部 12mm	交差部 12mm	一般部、横リブ交差部 12mm
	その他	損傷発生部のデッキプレート厚は12mm 損傷発生部の端部リブと縦リブ間(縦リブ支間1.25m)	損傷発生部のデッキプレート厚は12mm 損傷発生部は、端部リブと縦リブ間(縦リブ支間1.25m)	超音波によるき裂の推定結果 損傷率(損傷長さ/溶接長) デッキ厚12mm:1.3% デッキ厚13mm:0.4% デッキ厚14mm以上:損傷無	損傷発生部のデッキプレート厚は12mm	損傷発生部のデッキプレート厚は12mm	損傷発生部のデッキプレート厚は12mm

※1) 国総研共同研究報告書 鋼部材の耐久性向上に関する共同研究 一実態調査に基づく鋼床版の点検手法に関する検討一 を参考とし、独自の調査結果を追加

※2) 図面に記載が無かったため、道路幅員および車線数、道路等級の推定から算出した値。

※3) 建設時図面、日本道路学会論文等から記載したもの

※4) 鋼道路橋の疲労設計指針(日本道路協会、H14.3)の適用範囲外

※5) H17交通センサ結果から算出したもの