

走行荷重に対するオープングレーチング床版の疲労耐久性に関する一検討

A study on fatigue durability of open grid steel deck under running wheel loading

村越 潤*, 高橋 実**, 徳橋亮治***, 鈴木周一****, 貴志友基*****

Jun Murakoshi, Minoru Takahashi, Ryouji Tokuhashi, Syuichi Suzuki, Yuuki Kishi

* 工修, 土木研究所, 上席研究員, 構造物研究グループ橋梁構造チーム (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

** 修(工), 土木研究所, 研究員, 構造物研究グループ橋梁構造チーム (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

*** 土木研究所, 交流研究員, 構造物研究グループ橋梁構造チーム (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

**** 本州四国連絡橋公団, 課長, 長大橋技術センター技術開発課 (〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22)

***** 本州四国連絡橋公団, 長大橋技術センター技術開発課 (〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22)

Aerodynamic stability is one of the important subjects to construct super-long span bridges. Two-box girder type using open grid steel deck which is superior from the point of view of aerodynamic stability has already been proposed. This paper describes fatigue durability of open grid steel deck under truck loading as bridge deck. A series of fatigue tests by wheel running machine were carried out to examine structural characteristics against fatigue. From these results, we clarified fatigue durability of open grid steel decks and tried to propose fatigue-resistant structural details.

Key Words: open grid, fatigue durability, wheel running test

キーワード: オープングレーチング床版, 疲労耐久性, 輪荷重走行試験

1. はじめに

超長大橋を実現する上で最も重要な課題の一つに耐風安定性の確保が挙げられる。耐風安定性を確保し、かつ経済的な桁形式として、これまでオープングレーチングを有する2箱桁形式(図-1(a)参照)等が提案され、その耐風安定性については全橋模型による風洞実験により確認されているところである¹⁻⁴⁾。オープングレーチング床版は、上部構造の軽量化や耐風安定性の向上を図れる等の点で優れているため、海外では4月25日橋やマキノ橋等⁵⁻⁷⁾の吊橋(車両の走行部)の床組に採用されている。また、オープングレーチング床版については、橋梁部における除雪作業の軽減を目的として積雪地における一般橋の床版としての適用性の検討も行われている⁸⁻⁹⁾。但し、我が国では、車両が通常走行しない路肩部や中央帯付近において、トラス補剛吊橋における空力対策の一環として、部分的に採用されることはあるものの、車両の走行部に本格的に採用された例はない。オープングレーチング床版を車両走行部に採用するに当たっては、車両の走行安全性と活荷重載荷時の疲労耐久性について検討しておく必要がある。

本研究では、オープングレーチング床版を対象とした、車両の走行安全性に関する調査研究結果¹⁰⁻¹⁴⁾を踏まえ、

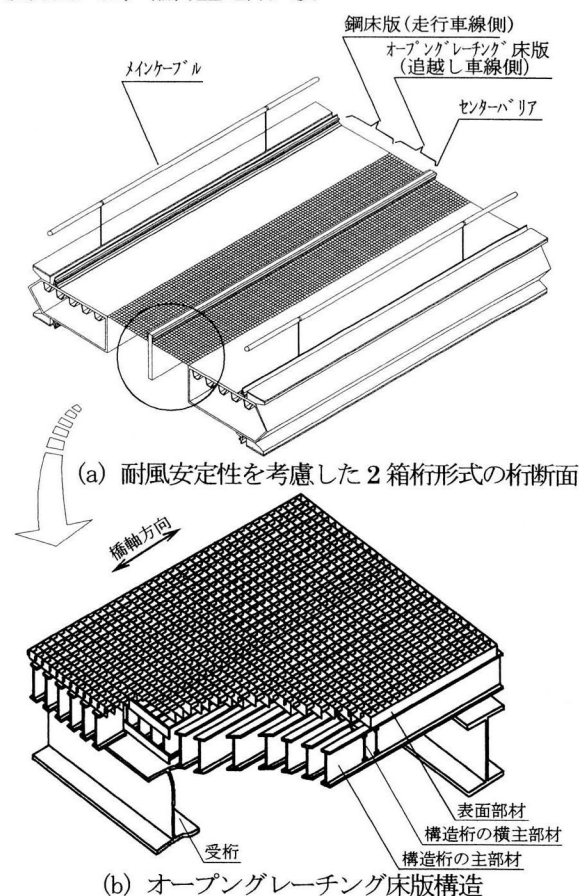


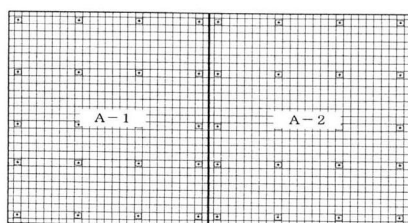
図-1 検討対象のオープングレーチング床版

表-2 供試体および表面部材の種類 (その1)

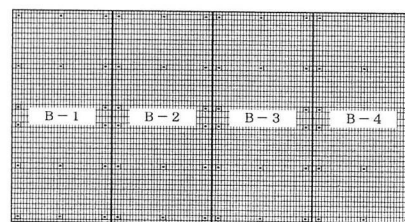
供試体名称			A		B				C				
表面部材名称			A-1		A-2		B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	
特 徴	表面部材	寸法	主部材:FB44×6 横部材:FB25×6				主部材:FB44×4.5 横部材:SB6×6		主部材:I-44×5×3 横部材:SB6×6		主部材:FB65×6 横部材:FB19×6		
		格点防錆	平鋼の格点は、渡り欠け接ぎ構造に片側すみ肉溶接とし、スカラップ無				格点は平鋼あるいは形鋼にスクリーバーを圧接溶接し、スカラップ無		格点は平鋼あるいは形鋼にスクリーバーを圧接溶接し、スカラップ無		平鋼の格点は、渡り欠け接ぎ構造に片側すみ肉溶接とし、スカラップ無		
	寸法防錆	溶融亜鉛めっき		防食処理なし		溶融亜鉛めっき		防食処理なし		溶融亜鉛めっき		防食処理なし	
構造桁	寸法防錆	主部材:I-150×35×35×4.8 横主部材:I-105×30×35×4										主部材:I-150×35×50×5 横主部材:I-105×30×35×4	
		防食処理無し(黒皮状態)、受桁との接合は溶接(受桁は防食処理なし(黒皮状態))											
構造図	表面部材												
構造図	表面部材												

表-2 供試体および表面部材の種類 (その2)

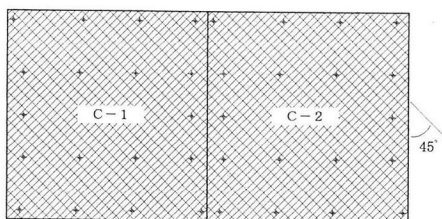
供試体名称			AR		
表面部材名称			AR-1	AR-2	AR-3
特 徴	表面部材	寸法	主部材:FB65×6 横部材:FB25×6		
		格点防錆	平鋼の格点は、主部材を切欠て横部材を通した構造に片側すみ肉溶接し、スカラップ無	平鋼の格点は、主部材を切欠て横部材を通した構造に片側すみ肉溶接し、スカラップ有	平鋼の格点は、主部材を切欠て横部材を通した構造に上下点溶接し、スカラップ無
	構造桁	寸法	溶融亜鉛めっき		
		防錆	主部材:I-150×35×35×4.8 横主部材:I-105×30×35×4		
			溶融亜鉛めっき		
構造図	表面部材				



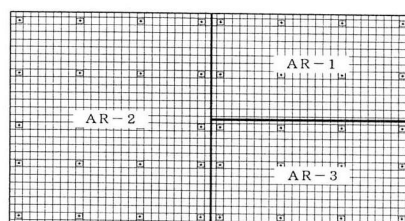
(a) A-1, A-2 (A 供試体)



(b) B-1, B-2, B-3, B-4 (B 供試体)



(c) C-1, C-2 (C 供試体)



(d) AR-1, AR-2, AR-3 (AR 供試体)

図-3 各供試体における表面部材の配置

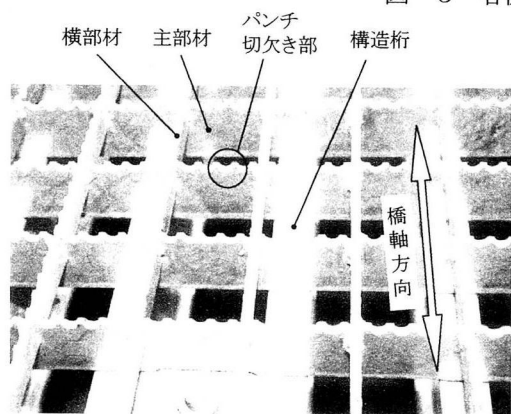


写真-1 表面部材の外観(AR-1)

体の選定経緯を示す。平成 12 年度に文献 10-13) に示されるオープングレーチング床版の走行性に関する検討結果を踏まえ、A、C 供試体を選定した。さらに、文献 14) の検討結果を踏まえ、B 供試体を追加選定し、計 3 体を試験した。平成 13 年度に、前年度の A、B、C 供試体の試験結果を踏まえ、高速時(100km/h まで)の走行安全性が確認されている供試体の中で、構造が単純で最も製作コストの安い A 供試体に着目し、疲労耐久性をより向上させるために、A 供試体を改良した AR 供試体 1 体について試験した。本文では、これらの結果を相互に比較し考察する。

表面部材は、供試体 1 体あたりに 2~4 種類を取付けられるようにし、計 4 体の供試体に対して表面部材は計 11 種類を試験した。図-3 に供試体における表面部材の配置を示す。表面部材は、表面形状、構成部材の格点(交差部)の構造詳細、構成部材の曲げ剛性およびめっき処理の有無等に着目し、種類を変えた。写真-1 に表面部材 AR-1 の外観形状を示す。表面部材の表面形状については、前述のとおり、走行時のすべり摩擦特性や走行安定性に関する調査研究結果¹⁰⁻¹⁴⁾を踏まえて決定した。A 供試体の表面

表-3 T 荷重(衝撃を含む)に対する応力度(N/mm²)

供試体名	表面部材の下面 ^{注)}			構造桁の下フランジ		
	主部材	横部材	許容値	主部材	横主部材	許容値
A 供試体	62.3	125	140	146	150	140
AR 供試体	26.3	125	140			
B 供試体	30.4	126	140			
C 供試体	85.2	118	140	112	140	140

注) パンチ切欠きによる断面損失を考慮した値。

部材は、表-2 中の構造図に示すように、床版面において平鋼を橋軸方向と橋軸直角方向にそれぞれ 75mm 間隔の格子状(75mm×75mm の格子状)に配置した構造である。B 供試体の表面部材はスクリーバーを用いた構造であり、表面部材 B-3、B-4 は道路の排水口等で使用実績がある(表-2 参照)。C 供試体の表面部材は車両や二輪車等の走行性を向上させるために平鋼による間隔が約 50mm×約 100mm の格子を斜めに配置した構造である。また、AR 供試体は、A 供試体の細部構造に改良を施したものであり、主部材の剛性を高めている。構造桁と受桁との接合は、A 供試体は溶接接合を採用し、B、C、AR 供試体は高力ボルト接合を採用した。構造桁の主部材と横主部材の接合は、主部材に横主部材を貫通させた荷重非伝達すみ肉十字溶接継手(スカラップ有)とした。

なお、表面部材の横部材(橋軸方向の平鋼)は、主部材(橋軸直角方向の平鋼)との格点で支持された連続ばりとして扱い、同様に、主部材(橋軸直角方向の平鋼)は、構造桁で支持された連続ばりとして設計した。また、構造桁は、17 本主部材(C 供試体は 16 本主部材)に 2 本横主部材

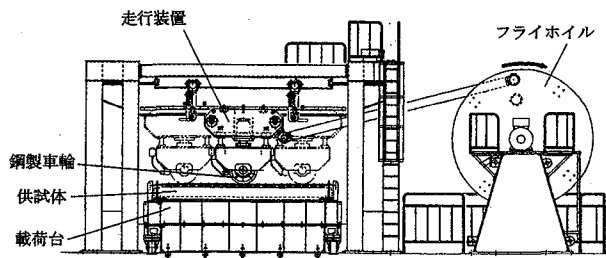


図-4 輪荷重走行試験機の概略図

を持つ格子構造として設計した。表-3に各部材のT荷重(衝撃を含む)に対する計算応力度を示す。表面部材ははり理論により、構造桁は格子解析によりそれぞれ応力度を算出した。

2.3 試験の概要

(1) 輪荷重走行試験機

試験は、図-4に示す輪荷重走行試験機を用いて行った。載荷は、供試体上に一列に連続させて並べた 500mm×200mmの載荷ブロックの軌道上を幅500mmの鋼製車輪が±1.5m 往復するように行った。輪荷重の繰返し載荷速度は、約 0.83Hz (図-4に示すフライホイールの回転速度が 25 回転/分) とした。輪荷重の走行回数は、図-4に示すフライホイールが1回転して走行装置が1往復したときを2回とした。供試体は、受桁全体を受桁と同じ支間長の支持桁 (H390×300×10×16) に高力ボルトにて取付けて一体構造とし、その支持桁の両端を試験機の架台に固定支持した。載荷ブロックの上側にはベニヤ板 (6mm) を敷いて緩衝材とし、そのベニヤ板の上面には、鋼製の載荷板 (厚さ 12mm×幅 560mm×長さ 4,500mm) を設置し、その載荷板の上面に鋼製車輪を走行させた。載荷ブロックの下面には、3.2mm 厚の鋼板と 20mm 厚のゴム板 (ゴム厚中心に板厚 1mm の補強板入り) を敷いた。以上の鋼板やゴム板やベニヤ板の組合せは、載荷ブロックを介してその載荷面に生じる接触圧力になるべく均等に分布するように配慮したものである。

(2) 載荷方法

輪荷重の載荷は、荷重が小さい段階からの挙動を把握しつつ、各部位からの亀裂を発生させるために走行回数が多くなるに従い階段状に輪荷重を増加させる階段状載荷によって行った。この階段状載荷はコンクリート系床版の試験方法^{15, 16)}を参考に、設計輪荷重 140kN (衝撃係数 0.4 を含む) より小さい輪荷重 100kN から開始し、走行回数 4 万回毎に 20kN ずつ輪荷重を増加して行った。また、2 万回毎に輪荷重走行を一端停止し、静的載荷試験を行った。静的載荷の載荷位置は、試験体中央から輪荷重走行方向に

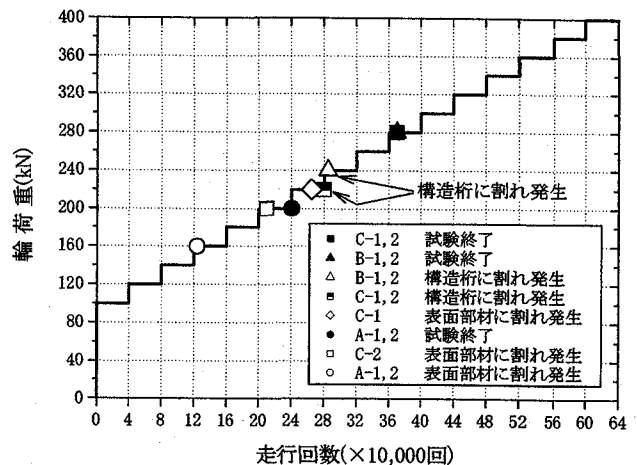


図-5 A, B, C 供試体の輪荷重走行試験結果 (階段状載荷時の輪荷重-走行回数関係)

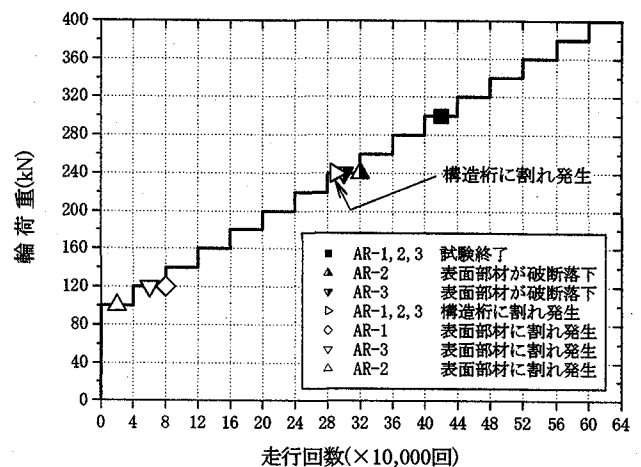


図-6 AR 供試体の輪荷重走行試験結果 (階段状載荷時の輪荷重-走行回数関係)

1,000mm 離れた位置 (構造桁の径間中央の位置) とし、各静的載荷における輪荷重の大きさは、階段状載荷時 (走行時) の走行荷重の値とした。

3. 試験結果と考察

3.1 亀裂発生時の走行回数、およびたわみと走行回数の関係

図-5 (A, B, C 供試体) と図-6 (AR 供試体) に輪荷重走行試験の結果を示す。図中の階段状の実線は本試験における階段状載荷 (輪荷重と走行回数の関係) を示している。試験は亀裂がある程度発生・進展した状態で適宜終了することとした。終了時の走行回数には、終局ないし使用限界に達した時点等の物理的な意味はないが、AR 供試体については載荷荷重の増加に伴う供試体のたわみの増加により、振動が著しくなった時点で試験を終了した。

図-5 と図-6 より、B 供試体を除いたいずれの供試体においても、表面部材の亀裂は比較的少ない走行回数で発生している (B 供試体の表面部材には亀裂は発生しなかつ

た)。その後、走行回数が約25~30万回まで増加した段階で、A供試体(約24万回で試験終了)を除いたいずれの供試体においても構造桁に亀裂が発生している。従って、亀裂発生に至るまでの走行回数は、表面部材より構造桁の方が多く結果となっている。また、A供試体を除いた構造桁では同程度の走行回数(走行回数約28万回時点)で亀裂が発生している。なお、A供試体は約24万回で試験を終了したが、構造桁に亀裂は発生しなかった。

図-7に階段状载荷における構造桁の径間中央のたわみと走行回数の関係を示す。図中の破線は表面部材の剛性を無視して構造桁のみを格子解析したときの活荷重たわみ(除荷時の残留たわみを含まないたわみ)である。たわみは試験終了時まで格子解析値とほとんど変わらず床版構造としての耐力は確保されている結果となっている。

3.2 供試体の損傷状況

(1) 表面部材

図-8に試験終了時における各供試体の表面部材の損傷状況を示す。図中には輪荷重の走行範囲および载荷ブロックの寸法と配置状態を示した。亀裂はB供試体以外の供試体に発生した。なお、表面部材によってパネルの大きさが異なるが、損傷状況が輪荷重の走行軸を対称としてほぼ同じであったため、A(A-1, A-2), C(C-1, C-2), AR-2については1/2パネルの損傷分布を示した。図中の黒塗り記号(■, ▲, ◆, ►, ●)は、それぞれ表面部材の主部材や横部材が破断していることに対応しており、白抜き記号(□, △, ◇, ▽, ○)は、破断には至っていないが、表面部材の主部材や横部材の交差溶接部のルート(のど厚付近)や止端やパンチ切欠部等に亀裂が発生していることを示している。

図-9に表面部材の亀裂の損傷箇所数と走行回数の関係を示す。ここで、亀裂の損傷箇所数は、 2m^2 (一番小さいパネルの面積に相当)のパネル当たりの損傷箇所数に単純換算している。

各供試体の疲労耐久性を相対比較すると、走行回数に対して亀裂の発生が少ない、すなわち疲労耐久性が高い順に、概ねB, C(C-1, C-2), AR-1, AR-3, A(A-1, A-2), AR-2の順となっている。A-1, A-2, AR-1, AR-3の損傷分布については、橋軸直角方向に損傷がほぼ一列に並んでいるが、発生位置は $500\text{mm} \times 200\text{mm}$ の大きさの载荷ブロック同士の境界位置と比較的対応している。このような損傷分布となった要因としては、輪荷重を载荷ブロックを介して载荷しているため、境界位置において荷重が表面部材の局所に集中したことが推測される。また、一旦、亀裂が発生すると同列の他の部位の荷重負担は増加することが予想され、以上の二つの要因が重なり、図-8の損傷分布になったものと推測される。A, C供試体について、溶融亜鉛めっき処理の有無による疲労性状の顕著な差は見られなかった。また、図-8によれば、亀裂は概ね輪荷重直下において発生しているが、AR供試体のように走行回数を多くしていくと、輪荷重走行位置以外の部分からも見られるようにな

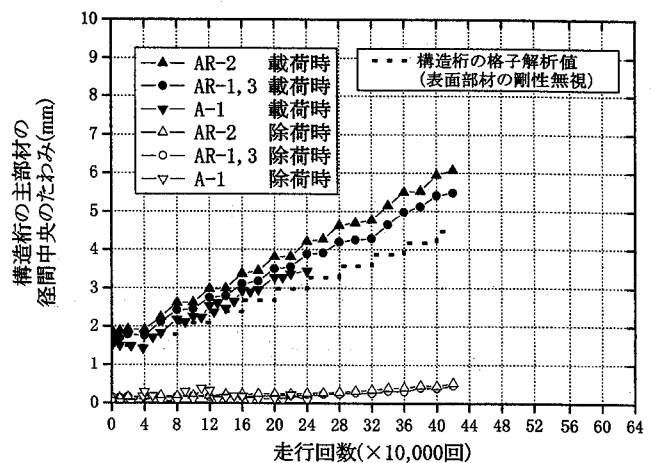


図-7 構造桁の主部材たわみ-走行回数関係

っている。

以下、各供試体の損傷状況について補足する。

i) A供試体

A供試体(A-1, A-2)の亀裂については、表面部材の破断が大半であり、試験終了時の損傷箇所数に対する破断数の割合は約74%であった。また、平鋼の走行面に設けたパンチ切欠部からの亀裂の発生・破断割合は、損傷箇所数に対して約10%であった。参考までに、写真-2に輪荷重走行範囲内の部分から採取した、A-1の主部材と横部材の交差部における破面を走査型電子顕微鏡(SEM)によって観察した結果を示す。脆性的な破面は見られず、疲労亀裂が進展したと推定されるストライエーション模様が破面に観察されている。

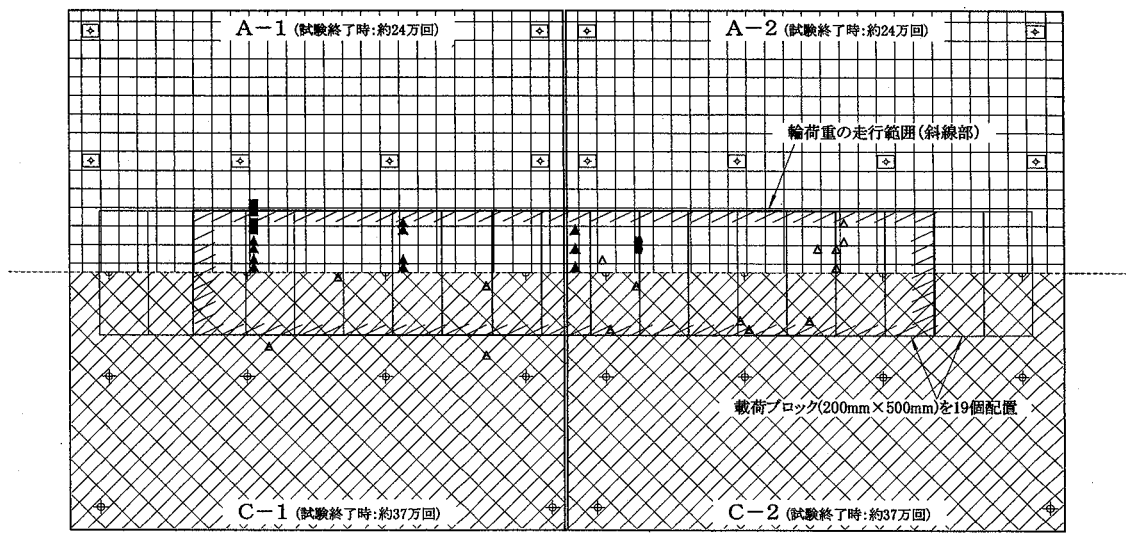
i i) AR供試体

AR供試体(AR-1, AR-2, AR-3)は、A供試体(A-1, A-2)の試験結果を踏まえて、耐久性を向上させるために、表面部材の横部材の高さを44mmから65mmに変更するとともに、部材交差部の細部構造や溶接方法を変更した供試体である。AR供試体(AR-1, AR-2, AR-3)のうち、AR-1とAR-3については、図-8と図-9から構造や溶接方法を変更した効果が見られる。

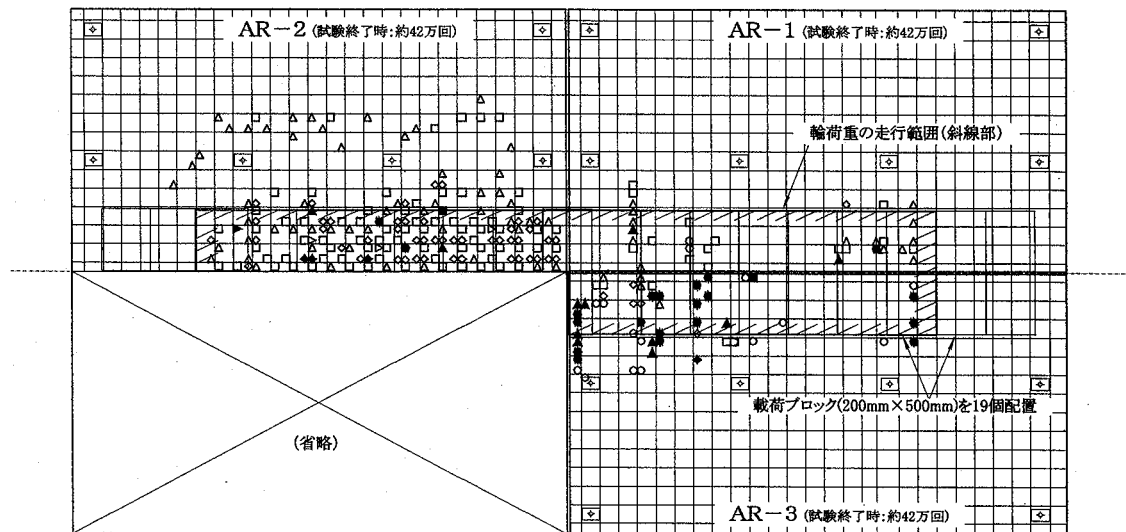
AR-1は、ARの中では試験終了時の損傷箇所数が最も少なく、また、AR-2やAR-3と比べて損傷分布が走行範囲内にほぼ収まっていることがわかる。部材交差部の溶接止端からの亀裂が大半であり、試験終了時の損傷箇所数に対する破断割合は約9%であった。AR-2とAR-1ではスカラップの有無が異なるが、AR-1に比べてAR-2の損傷数が多い理由は、スカラップを設けたことによる応力集中の発生や、スカラップによって交差部の溶接長が短くなったことが考えられる。

AR-3は、AR-1と比較して、走行回数に対する損傷箇所数はほぼ同様な傾向で推移しているが(図-9)、図-8に示すように表面部材の破断に至った亀裂が多いことがわかる。これは、溶接断面がAR-1と比べて小さいことが原因のひとつと考えられる。

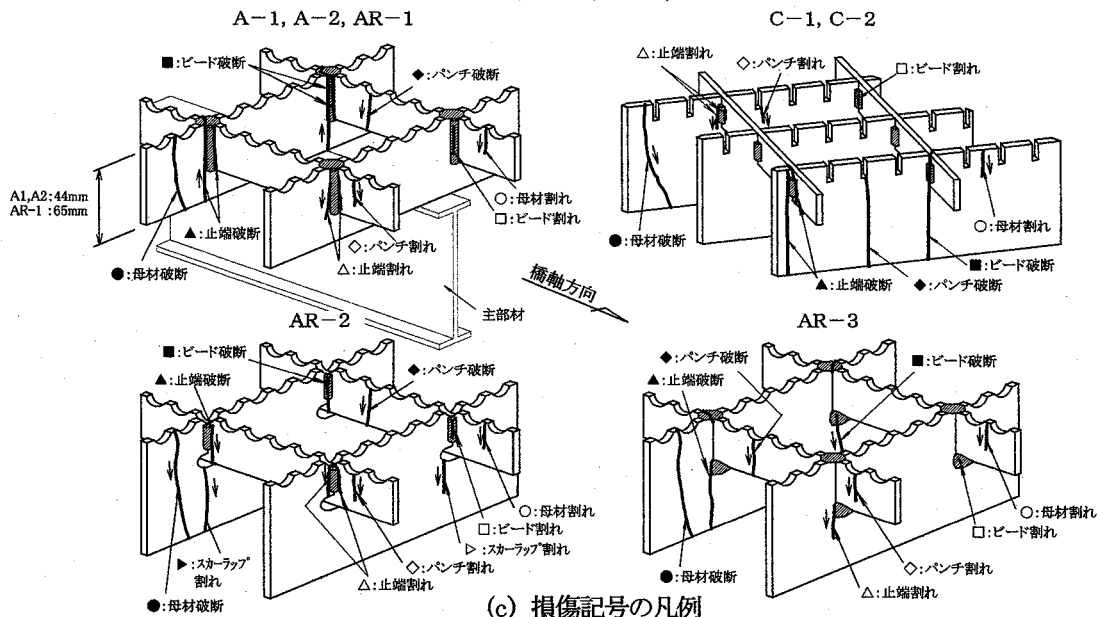
AR-2は、交差部にスカラップを設けた供試体であるが、



(a) 表面部材A-1, A-2, C-1, C-2

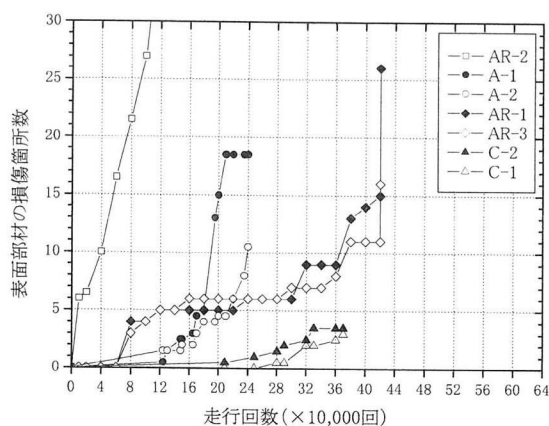


(b) 表面部材AR-1, AR-2, AR-3



(c) 損傷記号の凡例

図-8 表面部材の損傷分布 (試験終了時)



図－9 表面部材の損傷箇所数－走行回数の関係

比較的低い荷重段階において輪荷重走行範囲内のほとんどの交差部から亀裂が発生する結果となった。なお、表面部材の主部材と横部材の交差部溶接におけるルート（のど厚付近）または止端からの亀裂が大半であり、試験終了時の損傷箇所数に対する破断割合は約5%であった。従って、溶接断面が小さいこと、AR-1やAR-3のように全交点溶接が使われていないこと、およびスカラップがかえって応力集中を引き起こしたこと等の要因が重なったためと考えられる。

i i i) B 供試体

B 供試体 (B-1, B-2, B-3, B-4) については、試験終了時(約 36 万回、輪荷重 280kN 時)にも表面部材からの亀裂の発生は見られなかった。この理由としては、①部材交差部の溶接方法として平鋼または形鋼にスクリーバーを圧接する方法を採用しており、他供試体と比較して溶接品質が最も良好と考えられること、②主部材の計算上の応力度がAR 供試体に次いで小さいこと等が考えられる。

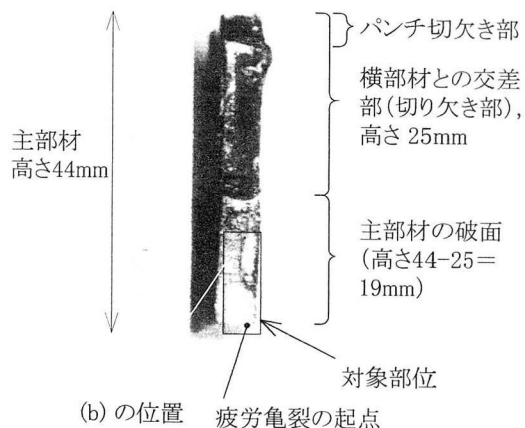
i v) C 供試体

C 供試体 (C-1, C-2) は、試験終了時の損傷箇所数がB 供試体 (B-1, B-2, B-3, B-4) の次に少ない。損傷分布は輪荷重の走行範囲内にほぼ限定されており、主部材の亀裂が大半であった。斜め格子の形状は主部材と横部材を橋軸方向に対して斜め 45 度に配置していることから橋軸方向と橋軸直角方向の剛性が同じであること、また、载荷ブロック同士の境界位置において輪荷重が表面部材の局所に集中したとしても、橋軸方向の曲げ剛性として横部材だけではなく主部材断面も剛性として寄与するために他の供試体と比べて相対的に橋軸方向の曲げ剛性が高く、荷重分配効果が高いこと等が原因と考えられる。

(2) 構造桁

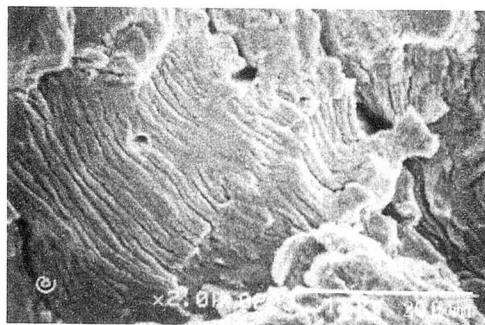
図－10に構造桁に発生した亀裂位置を示す。なお、図中の①から⑤の亀裂パターンは、構造桁の主部材と横主部材の交差部を供試体平面図の下から上に向かって見た(供試体側面から見た)状況を示している。ここで、①と②はAR-1とAR-3側の交差部のディテールであり、他の部位は全て⑦に示すディテールとなっている。

亀裂はいずれも主部材側の上下のスカラップ部分または近傍溶接部から発生している。また、損傷分布は、ほぼ



(b) の位置 疲労亀裂の起点

(a) 対象破面 (A-1)



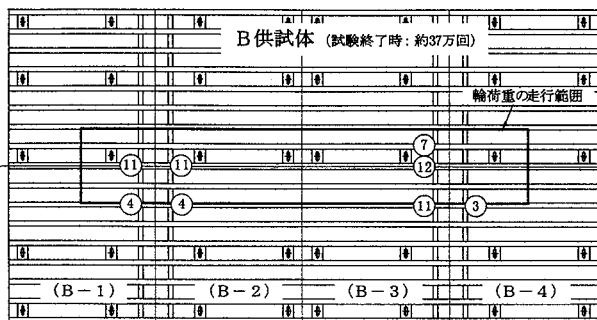
(b) 対象部位の拡大写真(×2000 倍)

写真－2 表面部材 A-1 の SEM 観察結果

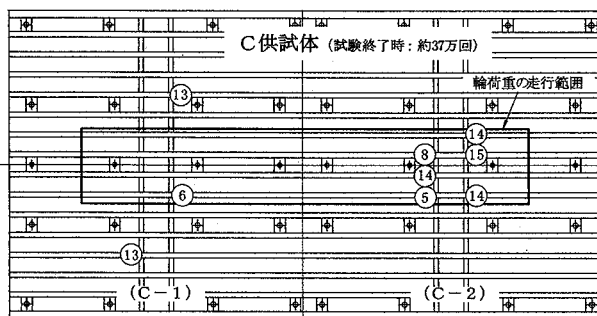
輪荷重の走行範囲直下に見られているが、供試体毎の表面部材の違いによる亀裂の発生分布の傾向は特に見られない。交差部は、疲労強度の低いディテールであり、今後、構造桁部材の応力低減を図るか、交差部をボルト連結する等のディテールの改良が必要と考えられる。

3.3 疲労耐久性に関する考察

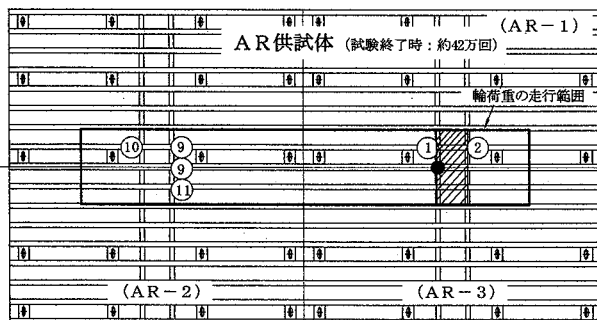
疲労試験結果を基に、AR 供試体を対象として、累積損傷被害則を適用し、換算年数の試算を行った。ここでは既存の大型車の軸重分布データを用いて、疲労試験時の走行回数と等価な疲労損傷度を与える供用年数を試算した。大型車の軸重分布としては、文献 17) の計測結果 (図－11 参照。昭和 59 年度に国道 357 号有明地先において 48 時間計測) を用いることとした。構造桁の主部材の下フランジ下面における影響線形状より、各軸重の通過により 1 回の応力変動が生じると仮定した。この軸重分布に対する等価換算軸重 P_{eq} (3 乗平均値の 3 乗根) は 33kN となる。また、平均軸数は 2.6 軸/台 (大型車の総軸数 55,278 軸/大型車交通量 21,082 台) であることから、この等価換算軸重と車両 1 台当たりの平均軸数を基に、大型車交通量に対する換算年数を求めると図－12 のようになる。ここで疲労試験における走行回数としては、表面部材と構造桁の亀裂の発生状況を考慮し、30 万回時と試験終了時を対象とした。30 万回時は図－9 に示すように表面部材には 5



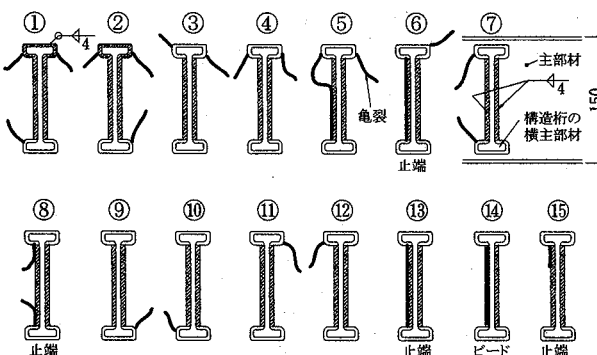
(a) B供試体



(b) C供試体



(c) AR供試体



(d) 損傷記号

図-10 構造桁の損傷分布 (試験終了時)

箇所程度の亀裂が発生した時点、構造桁には最初の亀裂が発生した時点に対応する。試験終了時の回数には特段の意味はないが、少なくともその時点では図-7に示すとおり荷重-たわみ関係はほぼ線形関係であり、耐荷性能を失っていない状態にある。表面部材、構造桁ともに主部材が密に配置されているため、リダンダンシーが高い構造となっている。

図-12に示すように、大型車交通量 2,000~3,000 (台/日・車線) では、30 万回時に対し概ね 20 年程度、

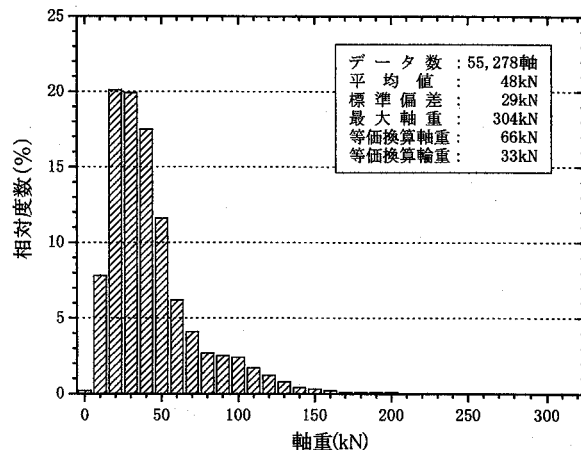


図-11 大型車の軸重頻度分布¹⁷⁾

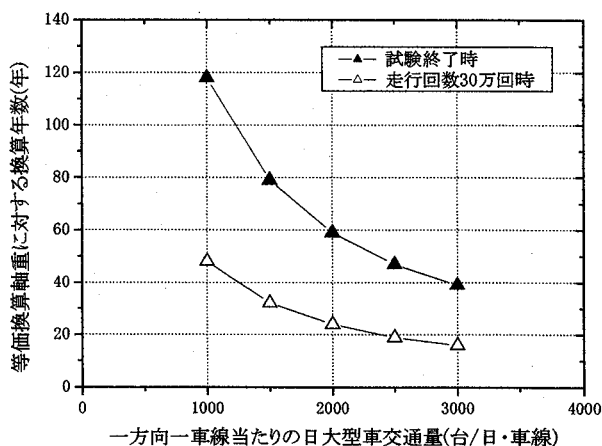


図-12 等価換算軸重に対する換算年数

試験終了時に対し 40~60 年程度の換算年数となっている。30 万回時に対する換算年数は比較的短い、表面部材は交換可能な構造としており、取替を前提とすれば、前者の発生年数内であれば維持管理による対応は可能と考えられる。一方、構造桁に関しては例えば 100 年程度健全な状態で供用させることを考えると、構造の改良が必要と考えられるが、大型車交通量の多くない場合には現行ディテールでも十分適用可能と考えられる。また、重交通下の場合や表面部材の維持管理負担を軽減する場合には、海外の事例に見られるように、オープングレーチング床版構造部の大型車走行を制限することも対策と考えられる。なお、図-1では走行車線側が鋼床版で、追い越し車線側がオープングレーチング床版となっている。

以上の試算では、比較的厳しい軸重分布による結果であること、走行位置の幅員方向のばらつきを考慮していないこと等、多くの前提条件の下に行ったものであり、安全側の評価になっていると考えているが、今後、精度面での検討が必要と考えられる。また、今回の試験結果を基に、30 万回時と試験終了時を対象に寿命の試算を行ったが、表面部材と構造桁ともにリダンダンシーが高い構造と考えられ、このような部材の疲労限界状態の設定については、今後、整理する必要があると考えられる。

4. まとめ

細部構造の異なる実物大オープングレーチング床版供試体を用いて、段階載荷による輪荷重走行試験を行い、疲労耐久性の比較検討を行った。以下に主な結果をまとめる。

(1) 細部構造の異なる複数の表面部材について、亀裂発生部位と細部構造と疲労耐久性との関係を明らかにした。高速走行時の走行安全性の確認されている表面部材のうち、C 供試体及び AR-1 供試体の疲労耐久性が相対的に高いことが確認された。なお、オープングレーチング床版については、亀裂が表面部材にある程度発生進展した状態でも荷重一たわみ関係はほぼ線形関係にあり、十分な耐荷性能があると考えられる。すなわち、使用性や安全性にすぐに支障が生じるような構造でなく、リダンダンシーが高い構造であることが確認された。

(2) 構造桁については、主部材と横主部材の交差部のスカラップ近傍において亀裂の発生が見られた。同構造は疲労強度の低い構造ディテールであり、実用化に当たっては疲労強度の向上が必要と考えられる。

(3) A, B, C 供試体について、溶融亜鉛めっき処理が疲労耐久性に及ぼす影響を検討したが、今回の供試体においては疲労性状の顕著な差は見られなかった。

(4) 疲労試験結果に基づき、グレーチング床版の疲労換算年数を試算した。その結果、大型車交通量の厳しくない条件下であれば、表面部材の取替えを前提とした適切な維持管理を実施することにより、同床版構造も十分適用可能であることが確認された。なお、今回対象としたのは超長大橋の桁断面の追越し車線側への適用を想定したものであるが、重交通下の場合には、海外事例に見られるように同床版部分への大型車走行を制限する等の実務的な対応方法も考えられる。

今後、本検討結果を踏まえて、表面部材と構造桁の細部構造をさらに改良した構造の検討及び輪荷重走行試験による疲労耐久性の確認を行う予定である。

なお、本研究は、独立行政法人土木研究所と本州四国連絡橋公団における耐風性及び経済性に優れた超長大橋の床版構造に関する共同研究の一環として平成 12 年度～13 年度(平成 12 年度：国土交通省旧土木研究所、平成 13 年度：独立行政法人土木研究所)に実施されたものである。

参考文献

1) 松本, 中島, 谷脇, 四條: グレーチング付き桁断面のフラッター特性, 第 16 回風工学シンポジウム, pp. 339-344, 2000. 11.

2) 米田, 大野, 田巻, 木村, 宮地: 走行路面部にオープングレーチング化を施した超長大箱桁形式吊橋の耐風安定性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 44A, pp. 917-928, 1998. 3.

3) 渡邊, 古家, 和田, 深谷, 植田: 豊島大橋(仮称)オープングレーチング桁部分模型風洞試験について, 土木学会第 55 回年次学術講演会, pp. 112-113, 2000. 9.

4) 岡田, 埴, 広沢, 市川, 島田, 小林: オープングレーチング床版パイプトラス補剛吊橋の耐風安定性の検討, 構造工学論文集, Vol. 46A, pp. 1115-1122, 2000. 3.

5) (財)海洋架橋調査会: 平成 9 年度オープングレーチング床版を用いた長大吊橋に関する調査報告書, 1998. 3.

6) 中崎, 大村, 片山, 大野: マキノ吊橋のオープングレーチング, 橋梁と基礎, pp. 31-34, 1998. 1.

7) 中島: オープングレーチングの構造・特性調査の概要, (財)海洋架橋調査会, 海峡横断, Vol. 17, pp. 59-67, 2001. 7.

8) 草野, 齋藤, 広沢, 杉井, 中岡: 除雪作業の不要なオープングレーチング橋梁, 土木学会第 55 回年次学術講演会, pp. 676-677, 1999. 9.

9) 中野, 石橋: オープングレーチング床版橋の施工について, (社)雪センター, ゆき, 第 47 号, 2002. 4.

10) 建設省土木研究所他: グレーチングの走行安全性に関する共同研究報告書(その 1), 共同研究報告書, 第 231 号, 1999. 8.

11) 濱田, 池原: オープングレーチングのすべり摩擦特性, 土木技術資料, Vol. 42, No. 2, pp. 10-11, 2000. 2.

12) 常田, 濱田, 森山, 池原, 奥田, 山田, 杉町: オープングレーチングの走行特性に関する試験, 土木技術資料, Vol. 42, No. 8, pp. 20-25, 2000. 8.

13) 常田, 森山, 池原: オープングレーチング床版橋の技術研究開発の動向, 土木技術資料, Vol. 42, No. 4, pp. 52-57, 2000. 4.

14) 大廻, 平野, 渡邊, 古家, 和田: 道路橋用オープングレーチングの制動性に関する実験的研究, 土木学会第 55 回年次学術講演会, pp. 366-367, 2000. 9.

15) 建設省土木研究所(国土交通省土木研究所)他: 道路橋床版の輪荷重走行試験機における疲労耐久性評価手法の開発に関する共同研究報告書(その 1)～(その 5), 共同研究報告書, 第 221 号, 233 号, 250 号, 262 号, 277 号, 1999. 3～2001. 3.

16) 中谷, 内田, 西川, 神田, 宮崎, 川間, 松尾: 道路橋床版の疲労耐久性に関する試験, 国土交通省国土技術政策総合研究所資料, 第 28 号, 2002. 3.

17) 藤原, 岩崎, 田中: 限界状態設計法における設計活荷重に関する検討, 土木研究所資料, 第 2539 号, 1988. 1.

(2002年9月13日受付)