

大阪大学工学部 学生員 原田 祐樹
 大阪大学院工学研究科 正会員 大倉 一郎

1. はじめに

わが国では多くの橋梁が老朽化を迎えており、その鉄筋コンクリート床版の取替えが必要なものも出てくる。しかし現行の道路橋示方書に従うと床版厚を増さなくてはならない橋もある。床版が厚くなれば自重が増加するため鋼桁や下部工への荷重が増加し、耐震性にも問題が出てくる。この問題を鉄筋コンクリート床版の重量の約 1/5 である開閉断面アルミニウム床版を適用することによって解決できないかとの考えが出されている。しかし床版支間長をどこまで適用できるのかといった研究はなされておらず、床版の張出し部についても究明されていない。したがって、本研究ではこれを明らかにする。

2. 荷重と許容応力

アルミニウム床版に作用する応力を照査するにあたって死荷重、活荷重、疲労荷重およびたわみ荷重の 4 つの荷重を考慮する。

2.1 死荷重

図 - 1 に示すように、アルミニウム床版は厚さ 80mm のアスファルト舗装が施され、張出し部には 300mm × 600mm の鉄筋コンクリート製の地覆および高欄が設置されている。床版の断面を図 - 2 に示す。幅 320mm、高さ 200mm の押出型材を摩擦攪拌接合によって接合することにより製作されている。アルミニウム床版に作用する死荷重を表 - 1 に示す。アルミニウム床版は、押出型材 1 ユニットの橋軸直角方向 1m 当りの値、高欄は橋軸方向 1m 当りの値、アスファルト舗装と鉄筋コンクリート（地覆）に関しては密度を示している。

2.2 活荷重と許容応力

活荷重の載荷形状を図 - 3 に示す。道路橋示方書の T 荷重に従い、200mm × 500mm の長方形に衝撃係数 0.4 を考慮して 140kN を載荷する。

アルミニウム床版の下フランジの許容応力は、アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針案（JAA 指針）に定められる A6061S - T6 に対する 120MPa である。床版上板には摩擦攪拌接合部があり、その熱影響範囲の強度は低下する。この熱影響範囲を考慮した上板の許容応力は 110MPa である。

2.3 疲労荷重と許容応力範囲

疲労荷重としてトラックの後輪 2 軸をモデル化したものを図 - 4 に示す。疲労荷重では載荷形状をより実際のトラックタイヤの接地形状に合わせている。タイヤ 1 輪当たりの荷重の大きさは、25kN に衝撃係数 0.2 を考慮して 30kN である。トラックタイヤの形状は、荷重の大きさとタイヤの空気圧から決まり、トラックタイヤの標準空気圧 700kPa に対応している¹⁾。

アルミニウム床版の耐用年数を 100 年とした場合、床版を通過する車軸数

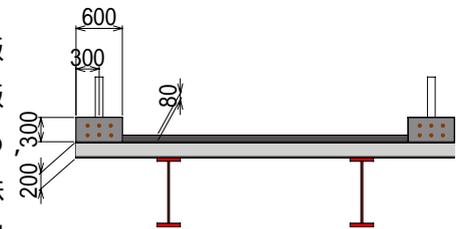


図 - 1 アルミニウム床版を有する道路橋の断面図

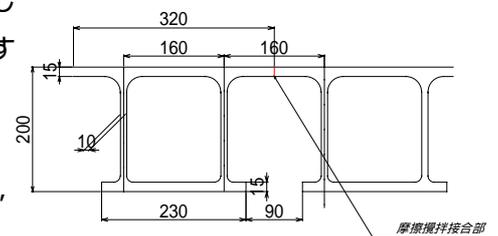


図 - 2 アルミニウム床版の断面図

表 - 1 死荷重

材料	重量
アルミニウム床版 (断面積 12271mm ²)	325N/m
アスファルト舗装	22.5kN/m ³
鉄筋コンクリート	24.5kN/m ³
高欄	500N/m

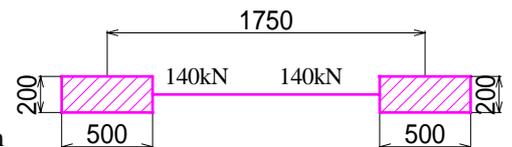


図 - 3 活荷重

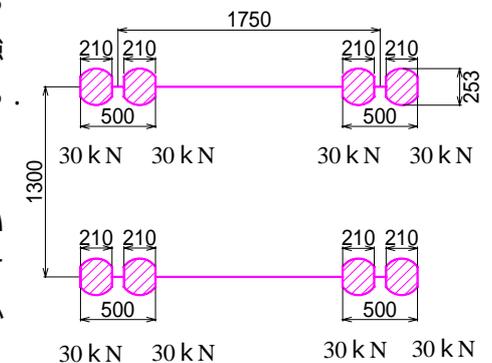


図 - 4 疲労荷重

は非常に多いことが予想される．したがって疲労限度に対してアルミニウム床版を設計する．疲労照査の対象は，母材，摩擦攪拌接合部および次項のモルタル充填開口である．

2.3 モルタル充填開口の疲労強度

図 - 5 に示すようにアルミニウム床版と鋼桁は，スタッドとモルタルによって連結されており，モルタルを充填するための開口が床版上板に設けられている．この開口は直径 50mm の円形であったが円形の応力集中係数は 3 と大きいので，開口部の面積を小さくし，さらに両端を丸めたみぞ形状にすることにより応力集中係数を 2.08 に抑えることができる．

モルタル充填開口の疲労試験の結果を図 - 6 に示す．応力範囲 $\Delta\sigma$ には，開口部の応力集中係数が考慮されている．さらに同図には母材の設計 S - N 曲線²⁾も記載されている．試験結果が設計 S - N 曲線より上にあるので，モルタル充填開口の許容応力範囲として，母材の設計疲労限度を使用することができる．

2.4 たわみ荷重と許容たわみ

アルミニウム床版に対するたわみ規定として，道路橋示方書で規定される鋼桁に対するたわみ規定を準用する．すなわち，たわみの許容値は支間長 L に対して，主桁間では $L/500$ 以下，張出し部では $L/300$ 以下である．

たわみを照査する際に使用する荷重の載荷形状を図 - 7 に示す．車軸を分け，200mm × 500mm の長方形に 50kN 載荷する．

3. 主桁間の適用支間長

汎用有限要素解析プログラム DIANA を用いて，支間 $L=1500\text{mm} \sim 4000\text{mm}$ に対して FEM 解析を行い，主桁間の適用支間長を求める．主桁間では床版の下フランジ下面に生じる応力より上板上面の応力が大きくなる．これは，上板上面にはアルミニウム床版全体の橋軸直角方向の曲げモーメントによって起こされる圧縮の膜応力のほかに，輪荷重が直接作用することによって圧縮の板曲げ応力が生じるからである．主桁間に活荷重を載荷したときの，床版の上板上面に生じる応力と支間長の関係を図 - 8 に示す．4000mm 以下の支間長に対して許容応力を超える応力は発生しない．

疲労荷重に対して，下フランジの疲労亀裂に対して照査する．4000mm 以下の支間長に対して，75.5MPa ~ 78.1MPa の許容応力範囲を超える応力は生じなかった．

たわみ荷重によって発生する主桁間のたわみと支間長の関係を図 - 9 に示す．アルミニウム床版はヤング率が小さいため過度なたわみが心配されるが，支間長 4000mm の場合でも $L/1000$ 程度と許容値を大きく下回っている．

4. 適用張出し長

張出し部に対する照査結果については講演当日に述べる．

参考文献

- 1) 大倉一郎，石川敏之，筒井将仁，大澤章吾：トラックタイヤの接地形状がアルミニウム床版の板曲げ応力に与える影響，土木学会論文集 A，Vol.63，No.4，pp.655-666，2007．
- 2) 大倉一郎，牧山大祐，萩澤亘保：アルミニウム合金 A6005C - T5 の母材と摩擦攪拌接合部の設計 S - N 曲線，ALST 研究レポート，No.6，2009．

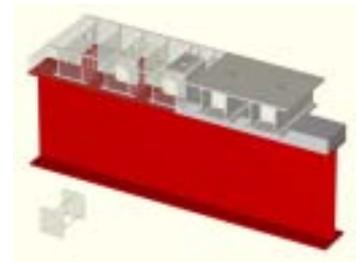


図 - 5 床版と鋼桁の連結構造

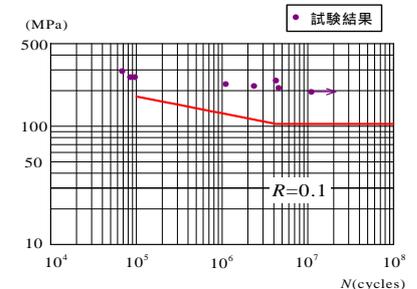


図 - 6 試験結果と S - N 曲線

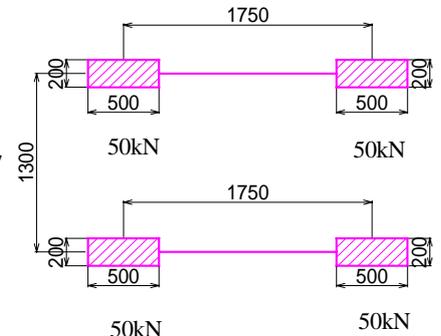


図 - 7 たわみ荷重

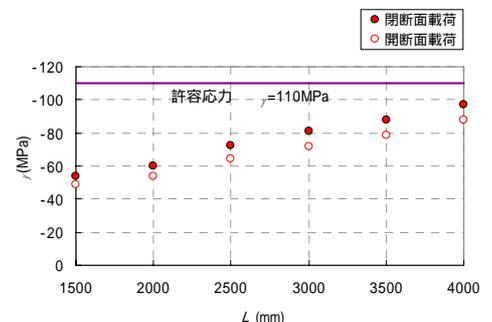


図 - 8 上板上面の応力と支間長の関係

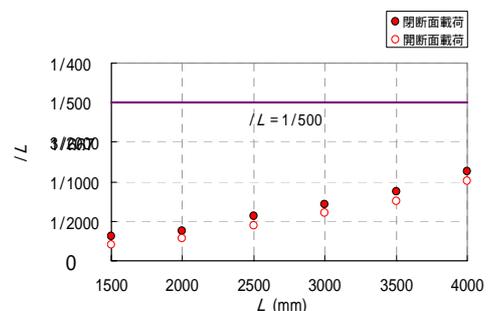


図 - 9 たわみと支間長の関係