

大阪大学・工学部 正 員 大倉 一郎
日立造船(株) 正 員 塩見 健

大阪大学・工学部 学生員 齋藤 孝雄
○日立造船(株) 正 員 三河 克己

1. はじめに 我が国の道路橋において、設計荷重が20tonfから25tonfに変更され、既設のコンクリート床版や、桁の補強が求められており、アルミニウム床版の導入により死荷重を減らすことによって、これに対処できないかとの要望がある。アルミニウム合金は比重が鋼の3分の1という軽量性、優れた耐食性など数々の利点を有している。さらに耐用年数を考慮に入れたライフサイクルコストを重視する新たな社会情勢により維持管理コストが非常に少なく済むアルミニウム合金の特性を十分に生かそうという動きが出てきた。これらの背景から、我が国においてもアルミニウム床版を開発する必要があることを認識して今回、アルミニウム床版の静的強度の把握を行うために解析を行うこととした。

2. アルミニウム床版の開発の基本的条件 床版の特性上、活荷重応力の占める割合が大きく自動車の走行によって生じる繰返し応力が多い。そのため床版の疲労を考えた場合、溶接やボルトを使用しないで中空品や複雑な断面形状のものでも1回の押し出し工程で容易に作る事が可能な押出方法によりアルミニウム床版を型材にすることとした。したがって、今回開発の対象とするアルミニウム床版は中空構造とし、押出加工性が優れているA6061-T6合金($\sigma_a=1250\text{kgf/cm}^2$ 、 $\tau_a=750\text{kgf/cm}^2$)を使用するものとする。断面寸法は上記諸条件のもとで国内で製作可能な550mm×100mmとする。アルミニウム床版の概略を図1に示す。

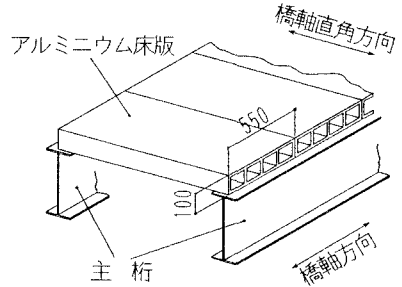


図1 アルミニウム床版の概要図

3. 検討方法 開発検討フローを図2に示す。「②板としての検討」ではアルミニウム床版の中空断面について2、3、4、5セル構造の4タイプを考え、腹板位置を支点として一枚の板要素としてモデル化(床版長さ2.5m)して解析を行ない、比較検討して最適な構造断面を決定する。そして、その最適断面をもつ床版が両端で支持された全体構造を板要素でモデル化(床版長さ1.5m、2.5m)して「③全体構造の検討」を行なった。また、実際の構造形体を考慮して単体の床版ブロック(550mm×100mm断面)を橋軸方向に連続に3つ並べたモデルについても検討した。解析はFEM汎用ソフトNASTRANを用いた。活荷重(輪荷重)については、道路橋示方書に基づいて14tf(衝撃係数0.4)とし、載荷幅を考慮して載荷させる。

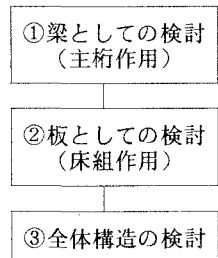


図2 開発検討フロー

4. 検討結果

(1) 梁としての検討 床版に活荷重により橋軸方向、橋軸直角方向(床版長手方向)に応力が発生するが、床版が梁として形状を決定する際大きな影響を与えるのは橋軸直角方向の応力である。フランジ、ウェブ厚をパラメータとして活荷重に対する最適断面寸法を断面積が最小となるように任意の床版長さについて最適値を求めた。その結果、断面構成は施工性等も考慮してフランジ厚15mm、ウェブ厚10mmであればよいことが分かった。

(2) 板としての検討 活荷重により橋軸方向および橋軸直角方向に応力が発生する。これらの最大発生応力と最大たわみ量について表1に示す。2セル構造は最大橋軸方向応力度 2177kgf/cm^2 が発生しており、許容応力度を大きく上回るものとなった。3、4、5セル構造は許容応力度以下となった。また、2、3セル構造は支点間に輪荷重が載荷されたときに最大直応力が生じ、4、5セル構造では支点上に

輪荷重が載荷されたとき最大応力が生じた。たわみについては、舗装への影響を考慮して、L/500（L:ウェブ間距離）以下とした。この場合2、3セルについては許容値以上となった。代表で図3に4セル構造のモデル図、たわみ量、橋軸方向、橋軸直角方向応力コンター図を示す。

表1 板としての検討結果

セルタイプ	2セル	3セル	4セル	5セル
最大橋軸方向応力	2176.8	969.3	-551.4	-331.8
最大橋軸直角方向応力	727.6	325.7	180.7	-109.3
最大たわみ量 δ (mm) ($L/\delta > 500$)	2.53 (49)	0.50 (250)	0.16 (781)	0.04 (3125)

注) 応力の単位: kgf/cm²

(3) 全体構造の検討 「(2) 板としての検討」の結果から、板作用としての解析においてアルミニウム床版を4セル構造にすることとし、全体構造の検討はその断面構造をもつ床版を解析対象とした。

最大発生応力度、および最大たわみ量について各解析ケースの結果を一覧にしたものを表2に示す。なお、応力は局部的な発生応力には着目せず、構造系全体としての発生応力度について着目するため床版の上フランジ部の値とした。床版長さ2.5mの単ブロックの構造モデルについては、最大直応力度1966 kgf/cm²が許容応力度(1250kgf/cm²)を大きく上回り、また最大たわみ量も32mmと大きなものとなり床版としての機能を有さないものと分かった。ただし、床版ブロックの連続性を考慮する場合(床版長さ2.5mの連ブロックの構造モデル)、最大直応力度は半減し許容応力度範囲内に収まり、なおかつ最大たわみ量は約3分の1になることより、連続構造の有意性が顕著であることが分かった。また、床版長については1.5mと2.5mを比較すると応力度とたわみ量の違いは明らかである。代表で図4に床版長さ2.5mの単ブロックの橋軸直角方向応力コンター図を示す。

5. まとめ 今回の開発検討結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) 床組作用としての解析の結果から、舗装への影響等を考慮したたわみ量、および床版ブロックと鋼主桁の結合部の構造を検討するとセル構造の空間を利用して定着する必要があることを勧告して、4セル構造をもつアルミニウム床版が妥当である。
- (2) 全体構造の検討の解析は、今回は1.5mと2.5mの2ケースであったが、この結果から仮に主桁間隔が大きく2.5m以上の長いスパンをもつアルミニウム床版であっても支持する主桁間に縦桁を設置することで十分床版として機能を有するものと考えられる。

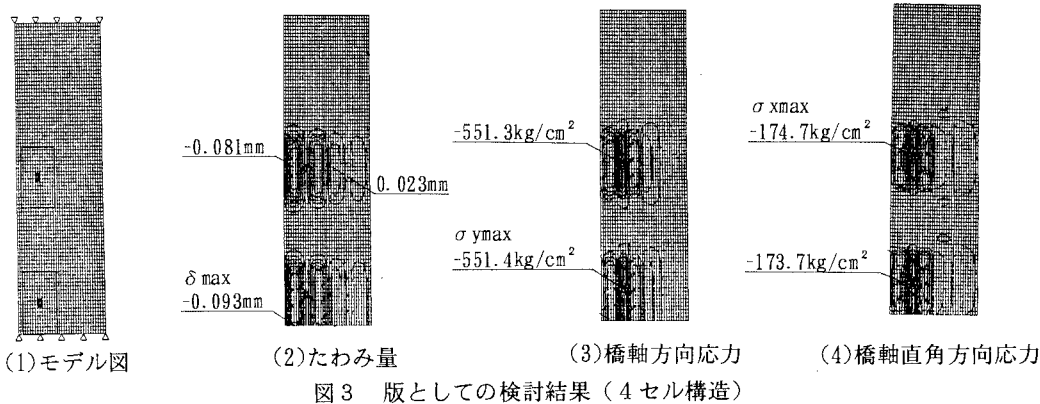


表2 全体構造の検討結果

床版長さ (mm)		最大直応力 (Kgf/cm ²)		最大 たわみ量 (mm)
		橋軸方向	橋軸直角方向	
単	1500	-529	-1173	7.1
体	2500	-531	-1966	32.3
連	1500	-580	-587	2.9
続	2500	-677	-869	11.2

注) 数値は全て床版上フランジ部材上面(板厚15mm)の直応力とたわみの最大値を示す。

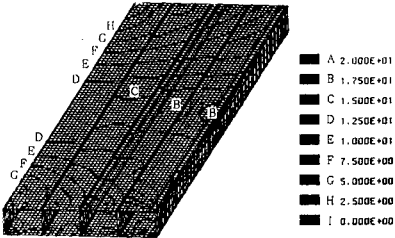


図4 橋軸直角方向応力コンター図