

I - 69

建設コスト削減を目指した中空鋼床版の開発について

(株)土木技術コンサルタント	正員	谷口 直弘
ショーボンド建設(株)	正員	温泉 重治
北海道開発局開発土木研究所	正員	今野 久志
北海道開発局開発土木研究所	正員	佐藤 昌志
北海道開発局建設部道路建設課	正員	西 弘明

1. はじめに

近年、コストの削減に対する認識が土木分野においても、より一層高まってきている。また、先の兵庫県南部地震を契機に見直された橋梁の耐震設計法において、上部工死荷重の軽減化は、下部工に作用する慣性力を低減させる有効な手段であり、鋼床版の利用は今後増加するものと考えられる。しかしながら、現在一般に用いられている鋼床版は、建設コストの面で採用されない場合が少なくない。

上部工死荷重のなかでも床版の重量を軽減することは、主けた、支承、下部工および基礎工の建設コスト削減も期待できるものと思われることから、著者らは、軽量でかつ建設コストを従来の鋼床版の半分程度に削減することを目指した中空鋼床版を考案した。

本報告は、中空鋼床版の適用への手始めとして梁供試体による載荷実験を実施し、曲げ剛性に及ぼす諸因子について、板厚およびボルト径に着目し検討したものである。

2. 中空鋼床版の構造および特徴

本床版の構造および特徴は、以下のとおりである。

- ①鋼板とボルトから構成されたフィレンデル構造を有している。
- ②上下の鋼板間は中空とし、所定の曲げ剛性を有しつつ軽量化を計っている。
- ③各ボルト（普通ボルト）には、ナットが4個配されており、ワッシャを介して上下の鋼板と所定の軸力により剛結されている。
- ④溶接を必要とせず構造が単純であることから、通常の鋼床版の半分程度の費用で製作可能である。
- ⑤軽量であり、プレハブ部材であるため施工性に優れる。
- ⑥鋼板とボルトで構成されていることから、斜橋および曲線橋への適応が容易である。

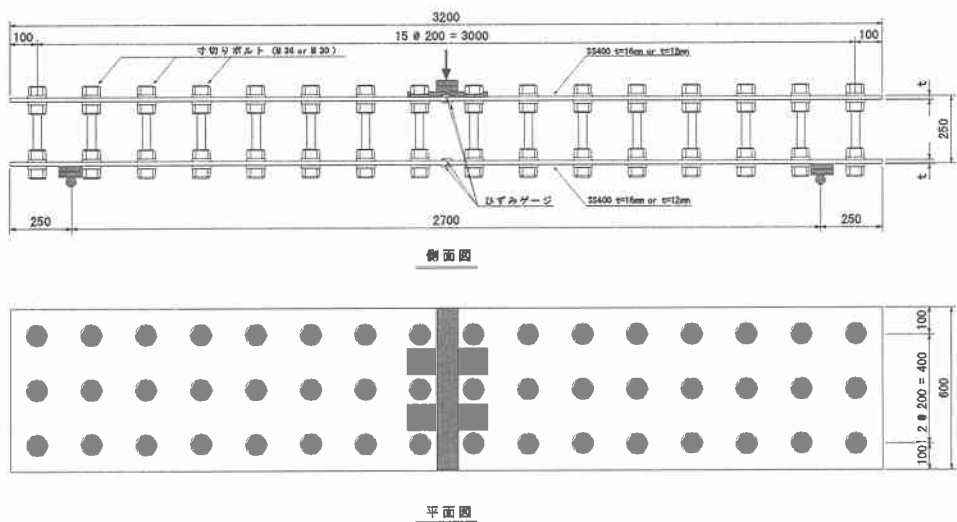
3. 実験概要

供試体は、図-1に示すような形状寸法を有するスパン2.7mの梁である。実験要因は、板厚およびボルト径とし、表-1に示すような4体の供試体を作製した。いずれの供試体もボルト間隔は20cm、高さは25cmとした。板厚およびボルト径の決定に際してはあらかじめ骨組解析を行ない、必要となる断面2次モーメントを満足するように計画した。ここで、必要となる断面2次モーメントとしては、床版の許容たわみを $1/500$ 程度と想定した場合、単位幅（1m）あたり単純版で 2700cm^4 である。

載荷方法は、図-1に示すような静的載荷にて行った。載荷手順は、各所のなじみをとることおよび測定データの確認をすることを目的にスパン中央下縁の鋼板ひずみが 300μ となるまで予備載荷を行った後除荷し、本載荷を実施した。ここで、弾性範囲での曲げ剛性を得ることを実験の目的としていることから、本載荷においてもスパン中央下縁の鋼板応力度が許容応力度生じた時点で除荷を行った。測定項目は、荷重、変位および鋼板ひずみとした。

On the Development of the Hollow Steel Slab Aimed at a Reduction in the Cost of Construction

by Naohiro TANIGUCHI, Shigeji ONSSEN, Hisashi KONNO, Masashi SATO, Hiroaki NISHI



図－１ 供試体形状および寸法（単位：mm）

表－１ 実験要因

供試体 番 号	板厚 (mm)	ボルト径	ボルト 間 隔 (mm)	版厚 (mm)
No. 1	12	M30	200	250
No. 2		M36		
No. 3	16	M30		
No. 4		M36		

４． 実験結果および考察

４．１ 各供試体の曲げ剛性

各供試体のスパン中央変位から算定した断面２次モーメントの値と骨組解析との比較を、表－２に示す。ここで、実験により求めた断面２次モーメントについては、単位幅あたりに換算している。また、中空鋼床版としての必要な曲げ剛性は、通常の鋼床版との構造の相違があることおよび版構造としての設計が妥当であるとの考えから、ＲＣ床版における活荷重モーメントの算定方法（単純版，支間方向）に準じて求めたモーメントが、等分布荷重を受ける単純梁のモーメント分布と一致するとして算定した。算定式を以下に示す。

$$I = 500 \times 5 \times ML \times 10^7 / (48E)$$

ここで、 I ：単位幅あたりの必要断面２次モーメント，(cm⁴)

$$M = (0.12L + 0.07) 10 \times k \quad , \text{ (tf)}$$

k ：支間による割り増し係数

$$k = 1.0 + (L - 2.5) / 12 \quad (2.5 < L \leq 4.0)$$

L ：支間長，(m)

E ：弾性係数，(kgf/cm²)

表－２ 実験結果と解析値との比較

供試体 番 号	板厚 (mm)	ボルト径	断面2次モーメント(cm ⁴)		実験値
			実験値	解析値	解析値
No. 1	12	M30	1222	2979	0.41
No. 2		M36	3788	4270	0.89
No. 3	16	M30	2963	3834	0.77
No. 4		M36	5128	6285	0.83

表－２より、No.1 供試体を除くすべての供試体は、許容たわみを $L/500$ とした場合に必要な曲げ剛性を有している結果となった。また、骨組解析の計算値は実験値を若干上回っているものの、No.1 供試体を除き比較的精度よく中空鋼床版の曲げ剛性を推定している。ここで、No.1 供試体の曲げ剛性が小さかった理由としては、载荷中に異音が生じていたことから、ボルト軸力の導入が一部不完全であったことが一因ではないかと考えている。

以上の結果から、今回開発した中空鋼床版は、十分な曲げ剛性を有しているものと考えられ、骨組み解析によって曲げ剛性をおおむね推定できるものと思われる。

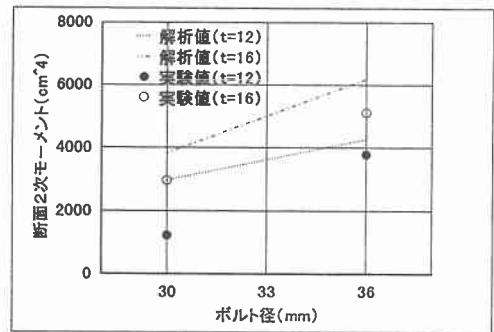
4. 2 曲げ剛性に及ぼすボルト径および板厚の影響

中空鋼床版の曲げ剛性に及ぼすボルト径および板厚の影響について図示すると図－２、３のとおりである。

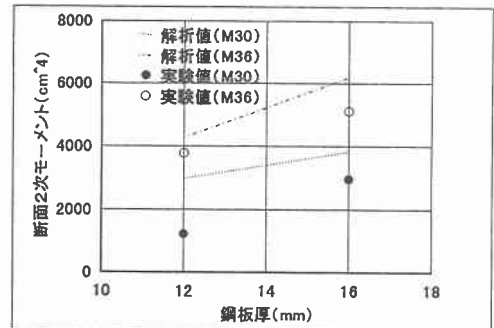
図－２および図－３より、中空鋼床版の曲げ剛性は、ボルト径および板厚の増加にともなって向上することおよび曲げ剛性の増加割合は、ボルト径を増加させた場合が板厚を増加させた場合よりも大きいことがみてとれる。これらのことから、中空鋼床版の曲げ剛性は、板厚およびボルト径により調整可能であり、特にボルト径による影響が顕著であることを示唆しているものと思われる。また、輪荷重の影響を直接受ける部材であることを考慮すれば、鋼板厚さを薄くすることには限界があるものと思われる、ボルト径によって所定の曲げ剛性を得る方が得策であると思われる。

4. 3 鋼板応力度に関する検討

中空鋼床版の鋼板応力度について、载荷実験から得られたひずみ挙動から考察を行う。設計活荷重モーメント相当の荷重 ($P = 6 \text{ tf}$) が作用した場合のスパン中央に生じた鋼板ひずみの分布を図－４に示す。



図－２ ボルト径の影響



図－３ 鋼板厚の影響

図-4より、上下縁に発生している応力は、 $350 \sim 500 \text{ kg/cm}^2$ 程度あり、活荷重モーメントによる応力度は許容応力度に対して十分な余裕がある。このことは、中空鋼床版の疲労耐久性に対して有利であると思われる。また、上下縁のひずみを直線で結んだ場合、中立軸は断面のほぼ中央にあることが図-4よりみてとれる。

ここで、上下鋼板のひずみが直線上に分布していないことについては、局部的な曲げ応力が生じる本構造の特徴であることを考慮すれば、納得できる結果である。しかしながら、本実験の範囲からは、定量的な評価には至らなかったことから、今後さらに検討していきたいと考えている。また、鋼板応力度の算定手法についても、

局部的な曲げ応力の影響を適切に評価する必要があるものと思われる。さらに、曲げ変形にともなうボルト導入軸力の減少に対しても、詳細に検討する必要がある、今後の課題としたい。

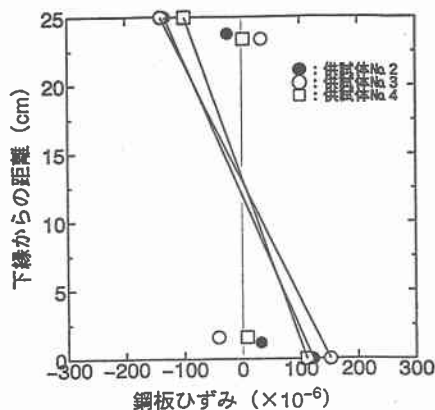


図-4 鋼板ひずみの分布

5. まとめ

上部工死荷重のなかでも床版の重量を軽減することは、主けた、支承、下部工および基礎工の建設コスト縮減も期待できるものと思われることから、著者らは、軽量でかつ建設コストを従来の鋼床版の半分程度に縮減することを目指した中空鋼床版を考案した。また、中空鋼床版の適用への手始めとして梁供試体による載荷実験を実施し、曲げ剛性に及ぼす諸因子について、板厚およびボルト径に着目し検討を行った結果をまとめると以下のとおりである。

1. 中空鋼床版は、許容たわみを $L/500$ とした場合に必要な曲げ剛性を有している。
2. 骨組解析によって比較的精度よく中空鋼床版の曲げ剛性を推定できる。
3. 中空鋼床版の曲げ剛性は、板厚およびボルト径により調整可能であり、特にボルト径による影響が顕著である。
4. 中空鋼床版に設計活荷重相当の外力を作用させた場合、鋼板に生じた応力度は、上下縁ともに $350 \sim 500 \text{ kg/cm}^2$ 程度あり、活荷重モーメントによる応力度は許容応力度に対して十分な余裕がある。

6. 今後の課題

中空鋼床版の実橋への適応に際して検討すべき今後の課題としては、以下のようなことが挙げられる。

1. ボルト間隔の曲げ剛性に及ぼす影響
2. 版厚が曲げ剛性に及ぼす影響
3. 鋼板およびボルトに生じる各種応力に関する検討
4. 防錆処理および防音に関する検討
5. 疲労耐久性に関する検討
6. 添接部の検討

上記の検討課題に関して、建設コストの縮減を目指しつつ今後さらに検討を進めしていきたいと考えている。