

第1章 まえがき

従来、鋼道路橋に用いる床版は、一般に鉄筋コンクリート床版（以下、RC床版と称する）が広く用いられてきた。この理由は、RC床版が他の形式に比べて経済的であることや施工が比較的容易であることなどによる。

しかし、近年、RC床版に対しては自動車走行時の繰返し荷重による損傷発生や、施工現場における熟練作業員不足などの問題が指摘されている。

また、鋼橋の合理化工法として、主桁本数を減らし構造を簡素化する少数主桁形式が提案され、施工実績が増えてきている。この場合、床版には長支間に対応できる大きな耐荷力と高い疲労耐久性が求められている。

このような背景から、長支間対応、高耐久性化、施工合理化、建設費低減などのニーズを満足する新形式床版として、鋼または新素材（FRP等）とコンクリートとを組み合わせた合成床版が数多く開発され、適用例も増加傾向にある。合成床版の一般的な特徴を示すと以下のようである。

- ① 鋼または新素材とコンクリートとを合成することによりRC床版に比べて耐荷力を減ずることなく床版厚を薄くでき、軽量化が図れる。また、合成效果等により、疲労耐久性が高いものが多い。
- ② 床版の骨組みを工場製作し、底に鋼板または新素材による板を配置するプレファブ化により、現場での型枠・支保工が不要となり、現場作業の省力化や工期短縮、施工費低減が可能となる。

しかし、合成床版は、採用されてからの歴史の浅いものが大半を占め、また、その構造も多岐に渡るため、耐荷力や疲労耐久性等が十分に検証されていないものが多い。このため、橋梁の設計・施工に携わる技術者にとって、合成床版の特性が十分に理解されていないと思われる。

本編では、橋梁技術者に対して合成床版の構造や設計・施工法ならびに維持管理方法を理解して頂くことを目的とし、以下の構成とした。

- ① 現在開発されている合成床版の構造を分類し、その特徴ならびに製作・施工法を整理する。
- ② 合成床版を設計する際の発生曲げモーメントを解析的に明らかにする。また、疲労設計を行う場合の留意点を整理した上で、その方法を紹介する。
- ③ 合成床版を維持管理する上での留意点を述べる。

また、資料編として、「合成床版設計・施工規準（案）」ならびに、今までに研究・開発されてきた合成床版に対して行ったアンケート結果を掲載する。合成床版を計画・検討する際の参考として頂きたい。

第2章 合成床版の特徴と種類

2.1 歴史

合成床版の歴史は、アメリカにおいて吊橋用の開発として始まった。超大吊橋においては、死荷重の増減が経済性に大きく影響するために、床版重量を低減することが非常に重要となる。この要求に対して、I形鋼と直角方向に鉄筋と平鋼を組合せた鋼パネルをコンクリートに埋め込むI形鋼格子床版が開発された¹⁾。1939年完成の吊橋、Bronx-Whitestone橋に高さ11.4cmのI形鋼を用いた床版が最初の適用例で、その後も、Mackinac-Straits橋（1957）、Walt-Whitman橋（1957）、Geoge-Washington橋（1960）、Verrazano-Narrows橋（1964）へと採用されている。

一方、ヨーロッパ、フランスにおいてタンカービル吊橋（1959年竣工）の床版として、10mmの鋼板にφ16のスタッドを溶植し、縦横に鉄筋を配置し、さらにコンクリートを合成させた床版（全厚105mm）が開発された²⁾。この床版は、発明者の名をとりロビンソン型合成床版と呼ばれている（3.1.1、図-3.1参照）。

日本における合成床版の歴史は、1965年ころより建設省を中心に吊橋用床版としてのI形鋼格子床版の開発が始まり、1973年完成の関門橋に適用され、さらに1977年完成の平戸大橋に採用されている。I形鋼格子床版の一般橋への適用としては、関門橋に先立ち、東名高速道路の忍沢橋と用宗高架橋で施工された。その後も、RC床版に比較しての軽量性、安全施工性、急速施工性などが評価され、アーチなどの大規模橋梁（死荷重軽減・安全施工）、跨線橋・跨道橋（桁下の安全確保）などの新設橋梁、また、床版厚が薄くできることや急速施工が評価されて床版打替えに使用されている。現在にいたるまでの施工例は1000橋以上に上り、合成床版としては、I形鋼格子床版がもっとも実績のある床版となっている（図-2.1）。

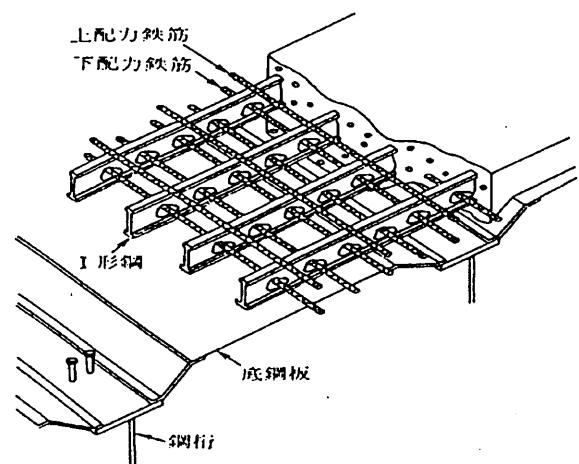


図-2.1 I形鋼格子床版

I 形鋼格子床版以外の国内での合成床版としては、ロビンソン型の床版が、首都高速道路公団で1980年完成の首都高速9号線、枝川ランプ橋、続いて葛飾江戸川線、KE 72, 73 工区で採用されている。阪神高速道路公団でも、ロビンソン型合成床版が、1997年に西長堀出入路において使用されている。

さらに、近年、少数主桁化にともなう床版支間の長大化や現場施工の省力化のニーズに対して、国内で、新たな合成床版の開発が行われている。次節以降紹介する多くの合成床版が提案されており、徐々に実績を増やしている。合成床版は、I 形鋼格子床版とロビンソン型床版を原型として、急速に多様化してきている。

2.2 特徴

従来型の床版である RC 床版がコンクリートと鉄筋で構成されるのに対して、合成床版は底板や床版内の形鋼を適切なずれ止めでコンクリートと一体化させることで、さらに大きな耐力をもたせている。また、底板をコンクリート打設時の型枠として利用することから現場作業の省力化を実現している。合成床版の特徴は以下のようにまとめることができる。

(1) 構造面

- ・床版厚を RC 床版と比べて薄くでき、橋梁全体の死荷重を低減できる。
- ・薄い床版厚で大きな耐力を確保でき、4m を超える長支間に対応できる。
- ・形状を自由に決定できるので、斜角や曲線桁への適用が容易である。
- ・高い疲労耐久性を与えることができる。
- ・床版パネルを架設時の桁補強として利用でき、横構を省略できる。
- ・床版下面が底板で覆われているので、将来のコンクリート劣化によるコンクリート片の落下を防げる。

(2) 施工面

- ・桁架設と同時に床版施工が可能であり、工事の連続性が保つことができる。
- ・足場設備や支保工を省略できるので、現場作業の省力化と高速施工が可能である。
- ・床版工事が床版上面で作業可能であるので、工事の安全性を高めることができる。

2.3 種類

合成床版は、圧縮力に対して強く比較的安価なコンクリート材料を、引張力に対して強い鋼あるいは他材料で補強した床版である。近年、様々な合成床版が提案されている。それぞれの床版は、ずれ止めや底板の形状に特

徴を有しており、機能や材料の種類により分類が可能である(表-2.1)。

表-2.1 合成床版の種類

分類	名称
コンクリート内 形鋼埋込み型床版	(1) I 形鋼格子床版
	(2) 溝形鋼埋込み型床版
	(3) H 形鋼埋込み型床版
鋼板・ コンクリート 合成床版	(4) ロビンソン型合成床版
	(5) パイプジベル合成床版
	(6) 帯鋼ジベル合成床版
	(7) 突起付 T 形鋼ジベル合成床版
	(8) トラス型ジベル合成床版
	(9) 立体トラス型ジベル合成床版
	(10) トラス鉄筋補強合成床版
	(11) トラフリブ合成床版
	(12) 波形鋼板合成床版
	(13) サンドイッチ構造合成床版
	その他の合成床版
(15) PC 型枠合成床版	
(16) FRP 合成床版	

(1) 底板機能による分類

底板の機能から合成床版を分類すると「形鋼埋込み型床版」と「底板・コンクリート合成床版」に分けることができる。「形鋼埋込み型床版」は、底板を基本的に型枠としてのみ機能させ底板を床版断面に算入しない。このため、コンクリート硬化後、底板は床版断面としては算入せず、薄い板を使用することで経済性を図っている。

これに対して「底板・コンクリート合成床版」は、底板を型枠以外に死活荷重に対する抵抗部材として機能させる。これにより床版厚を薄くでき、また、耐力を高めることが可能であるが、一方、底板に鋼を用いる場合はその防錆に対して特別の配慮が必要である。鋼板を床版の上下面に配置して鋼殻内にコンクリートを充填するサンドイッチ型の床版も実用化されている。

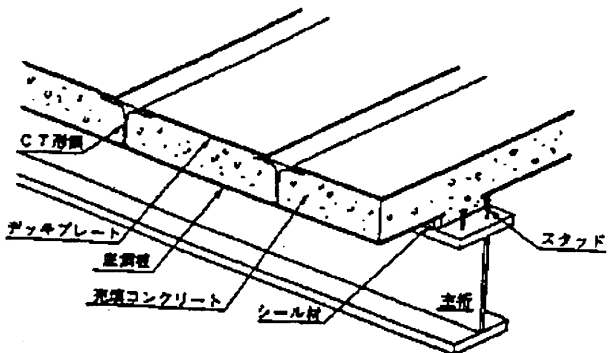


図-2.2 サンドイッチ構造合成床版

(2) 材料による分類

合成床版の主材料はコンクリートと鋼である。その他の材料としては、鋼に代わって FRP (Fiber Reinforced Plastic) をはじめとする樹脂系の材料を用いる床版がある。FRP は単位強度に対する重量が小さいので、これを用いた床版は単位重量を小さくすることができる。また、PC 板を底板として用いるコンクリート+コンクリートの床版もある。

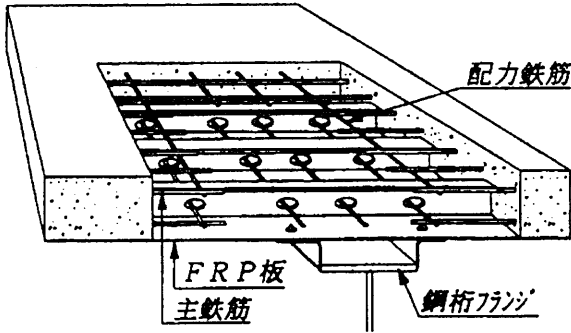


図-2.3 FRP合成床版

(3) 施工方法による分類

施工方法によって分類すると表-2.2 のようになる。

表-2.2 施工方法による分類

種類
現場施工型床版
プレキャスト床版
ハーフプレハブ床版

コンクリート系の床版分類として、現場ですべてを施工する「現場施工型床版」と、工場で床版パネルを製作し現場では敷設と継手の結合作業をする「プレキャスト床版」がある。これらに加えて、工場で型枠部分のパネル部材のみを製作し、現場でパネルの敷設とコンクリート打設を行なう「ハーフプレハブ床版」がある。「プレキャスト床版」は、「現場施工型床版」の床版に対して現場作業の省力化と急速施工を特徴とする。「ハーフプレハブ床版」は現場作業の省力化が可能であり、「プレキャスト床版」と同等の急速施工が可能である。さらに、「ハーフプレハブ床版」はパネル重量が小さいことから、現場への輸送や架設が容易であるという特徴も有している。

(4) ジベルの種類による分類

現在、提案されている各種合成床版には多くの種類のずれ止めがあり、それぞれ特徴を有している。表-2.1 に示す床版のうち、ずれ止めの名称がそのまま床版の名称として用いられているものがある。ずれ止めの種類については、次章において詳しく述べる。

第3章 構造

3.1 構成要素と合成方法

3.1.1 合成床版のずれ止め

(1) ずれ止め構造のタイプ

合成床版の鋼部材とコンクリートは、ずれ止めにより結合する。特に、底鋼板を合成部材とする鋼板・コンクリート合成床版では、鋼部材とコンクリートの中立軸が大きくずれることから、ずれ止めに高い性能が求められる。ずれ止めには様々な構造が提案されており、各種合成床版の分類上の特徴となっている。

1) スタッドジベル, 高力ボルトジベル

スタッドガンにて、ジベルを鋼板に溶着させる。高力ボルトジベルの場合は、孔を開けた鋼板に高力ボルトを取り付けることによりずれ止めとして機能させ、溶接を無くして疲労性能を向上させようとするものである。これらは、ずれ止めとして「柔なずれ止め」に分類される。

・適用床版：ロビンソン型合成床版

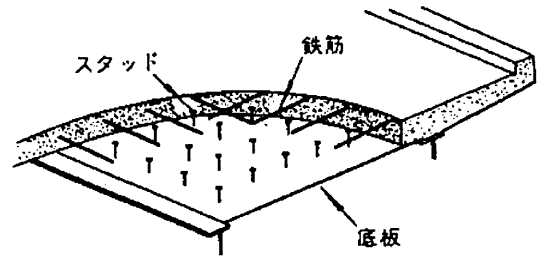


図-3.1 スタッドジベルによるずれ止め

2) パイプジベル

短い鋼管をジベルとして使用する。ずれ止めとしては、「剛なずれ止め」に分類される。

・適用床版：パイプジベル合成床版

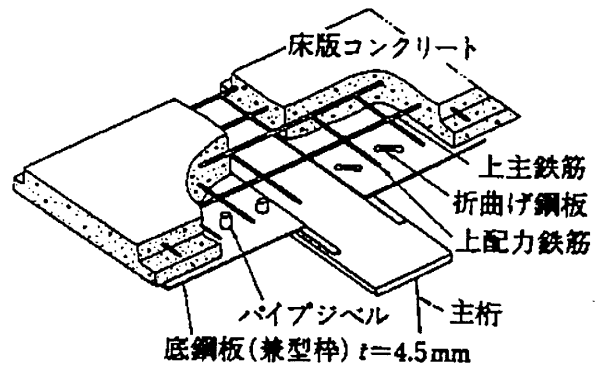


図-3.2 パイプジベルによるずれ止め