

合成構造とは

早稲田大学

依田 照彦

I 合成構造とは

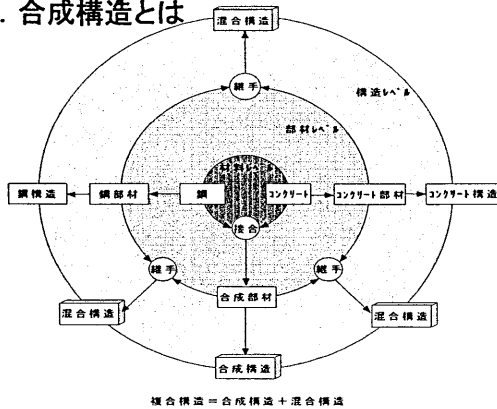
早稲田大学理工学術院
依田 照彦

2006年12月13日
土木学会講堂

目次

1. 合成構造とは
2. 合成桁
3. 合成床版
4. 接合部
5. 剛結構造

1. 合成構造とは



土木分野における定義と分類例

分類	内容
I. 合成構造	部材断面が異種材料の組み合わせによって構成され、一体として作用するもの。
a) 合成桁	鋼桁の上にRC床版をのせ、両者をずれ止めで結合したもの。
b) H鋼埋め込み桁あるいはSRC桁	H型鋼、あるいは溶接I断面鋼梁等を鉄筋コンクリートばりの中に埋め込み、一体として作用させた桁。
c) 合成桁あるいはSRC柱	鉄骨を鉄筋コンクリートの中に埋め込み、一体として作用させた柱。
d) 鋼管コンクリート柱	鋼管や矩形断面鋼柱の中にコンクリートを充填したもの。
e) 合成壁	連続した鋼柱列をコンクリートで被覆した壁体構造(土留めや基礎等)。
f) 合成床版	鋼製床組をコンクリートに埋め込んだ床版。鋼板とコンクリートを合成した床版。箱断面鋼床版にコンクリートを充填した床版等(主として橋梁等を対象)。
g) 合成シェル	曲面鋼板とコンクリートを複層に連結した構造。
II. 混合構造	異種材料から成る部材を組み合わせた構造システムで連続桁、ラーメン構、斜張橋等、種々の構造形式がある。

構造対象から見た土木分野の複合構造

橋梁上部工	合成I桁橋
	合成箱桁橋
	合成トラス橋
	合成床版橋
	合成ラーメン橋
	合成アーチ橋
橋梁下部工	複合PC橋
	複合斜張橋
	合成橋脚
港湾・海岸・海洋構造	複合基礎工
	ハイブリッドポンツーン
	ハイブリッドケーソン
	複合沈埋函
その他	ハイブリッド海洋プラットフォーム
	合成容器(サイロ、原子炉格納容器)
	複合スノーシェッド・ロックシェッド
	合成セグメント
	合成覆工板

複合による効果の分類

No.	分類	備考
1	長所の組合せによる補完	強度、剛性、靱性、耐久性、耐火性
2	合成作用	断面二次モーメント
3	鋼部材の架設への適用	支保工、架設工
4	鋼部材の架設と躯体への適用	支保工と躯体要素
5	急速施工	工期の条件
6	重量の低減、重量のつりあい	コンクリートと鋼との置き換え
7	高品質化	靱性、拘束効果
8	補修、補強	劣化の回復、耐震補強

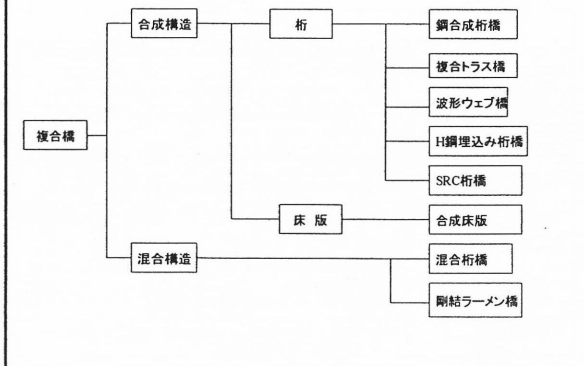
鋼構造から見たコンクリートとの複合化のメリット

- ①コンクリートにも荷重の一部を負担させる
- ②施工性・経済性の向上を図る
- ③コンクリートの自重を利用する
- ④鋼材を腐食から守る
- ⑤火災に対する保護材として用いる
- ⑥防音材として用いる

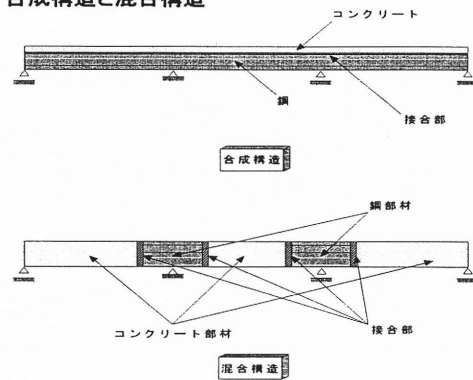
鋼とコンクリートの性質

性質	鋼	コンクリート	
一般的な物性	比重	7.85	2.35
	線膨張係数(1/°C)	1210 ⁻⁶	約1010 ⁻⁶
	比熱容量	0.44	約0.84
	熱伝導率(W/mK)	81.0	約1.0
	電気抵抗	導体	乾燥時は絶縁体に近い
	吸水性	無	5-10%/日
	その他	融点は約1800°C	長期の乾燥収縮性がある
力学的性質	弾性係数(kN/mm ²)	200	22-35
	圧縮強度(N/mm ²)	(引張強度と同じ)	20-60以上
	引張強度(N/mm ²)	235-450以上(降伏強度)	(圧縮強度の約10%)
	せん断強度(N/mm ²)	(引張強度の約半)	(圧縮強度の約10%)
	ポアソン比	0.3	0.17-0.20
	破壊性状	延性破壊	脆性破壊
	クランプ・リラクゼーション性状	一般には無視、ケーブルでは考慮する	有り
化学的性質	さびやすい	強アルカリ性であるが、炭酸ガスと反応して中性化する	

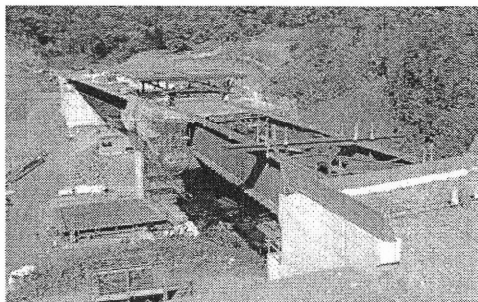
複合橋の分類



合成構造と混合構造

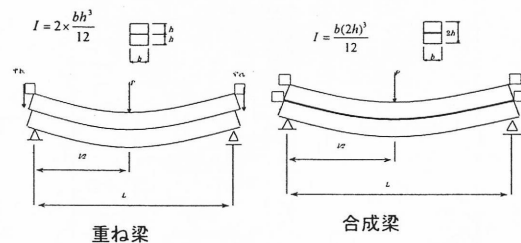


2. 合成桁

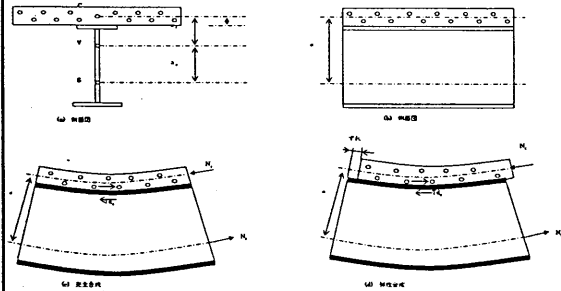


重ね梁と合成梁の力学的性状

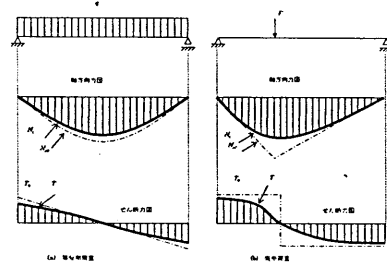
項目	梁1段の場合	重ね梁	合成梁
応力度	1	1/2	1/4
たわみ	1	1/2	1/8



完全合成と弾性合成との相違



完全合成と弾性合成との断面力相違 (添字0をつけたものが完全合成)



合成桁橋の分類

合成桁橋は、鋼桁とコンクリート床版とをずれ止めで連結し、一体構造とした橋梁である。主桁に作用する断面力に対しては、鋼桁とコンクリート床版で合成された断面で抵抗する。鋼重も小さく経済的となるが、連続桁に適用する際には、中間支点近傍での負の曲げモーメントに対する配慮が必要となる。

合成桁橋は、鋼桁とコンクリート床版とが一体となるために、鋼桁の重量を減少させることができる反面、コンクリートのクリープ・乾燥収縮や鋼桁と床版との温度差などにより合成桁特有の内部応力の影響を受ける。

I桁橋の特徴

- ・施工の合理化がしやすい
- ・輸送と組立が容易である
- ・施工法が単純である
- ・現場継手に要する施工時間が少ない
- ・コンクリート床版の施工が容易である

配慮すべき点

- ・断面が大きくなると風の影響が大きくなる
- ・塗装に関するメンテナンスのことを設計で考慮しておく必要がある
- ・負曲げ領域で下フランジの横倒れ座屈を考える必要がある
- ・温度変化の影響が大きい
- ・曲率の大きい曲線桁や斜角の大きい斜橋には適用しにくい
- ・橋台や橋脚回りの修景が難しい

閉断面箱桁橋の特徴

- ・箱桁内面のメンテナンスが容易である
- ・ねじり剛性が大きいので曲線橋や斜橋に向いている
- ・2主桁であっても荷重分配が期待できる
- ・ダブル合成・コンパクト断面の利用が容易である
- ・プレキャスト床版の利用に向いている
- ・外観がすっきりしていて景観設計に向いている
- ・添架物の検査・点検が容易である
- ・送り出し架設に向いている

配慮すべき点

- ・製作に高度な技術を要する
- ・現場継手がI桁橋に比べて増える
- ・架設に精度が要求される
- ・コンクリートの打設に工夫が必要である

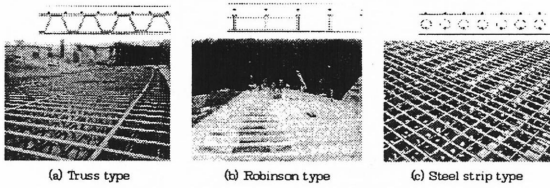
開断面箱桁橋の特徴

- ・閉断面より鋼桁断面積を小さくできる
- ・高強度の鋼材が使用できる
- ・有効幅の減少が閉断面箱桁に比べて少ない
- ・負曲げ領域のダブル合成は鋼材を減らし、下フランジの局部座屈と横倒れ座屈の問題を減少させる
- ・正曲げ領域では、最小限の補剛材を持つ薄い底板が利用できる
- ・溶接作業が容易である
- ・床版の施工が容易である

配慮すべき点

- ・ねじり剛性が小さく、座屈に対する安全性が低下する恐れがある
- ・施工にあたっては特に慎重な配慮が必要である

3. 合成床版

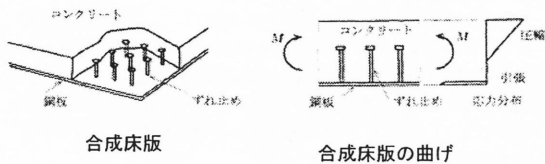


床版の分類

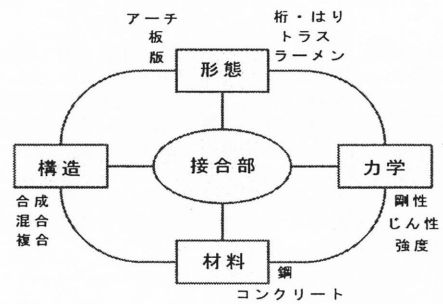
- ① 鉄筋コンクリート床版 (RC床版)
- ② プレストレストコンクリート床版 (PC床版)
- ③ 鋼床版
- ④ 合成床版

合成床版の特徴

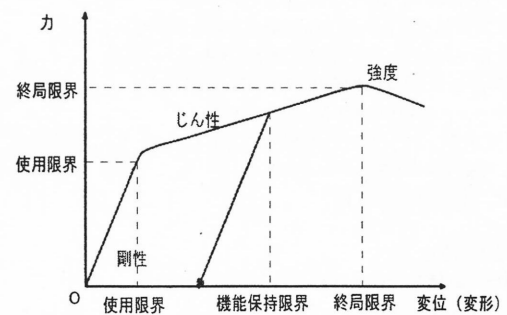
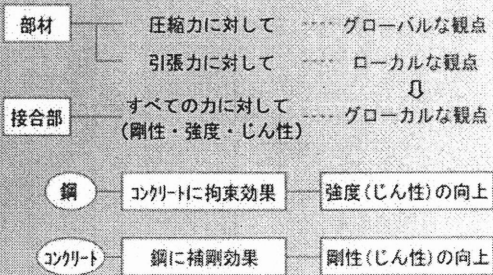
- ・鋼材の有効利用により、床版の耐久性の飛躍的向上が期待できる
- ・コンクリート厚を小さくして軽量化が図れ、長支間床版に対応できる
- ・型枠や配筋など大部分を工場製作とするため、現場作業を大幅に軽減できる
- ・品質管理が容易である



4. 接合部



接合構造=不静定構造：力と変形の相互作用



力の伝達機構

作用力	接合部に発生する力
せん断力	せん断力・付着力・摩擦力
圧縮力	圧縮力・付着力・押抜き力
支圧力	支圧力・付着力
引張力	引張力・付着力・引抜き力

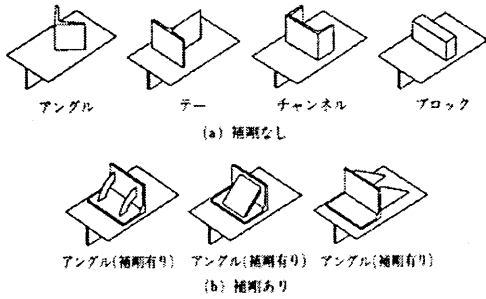
鋼とコンクリートの接合構造

鋼とコンクリートの接合構造の分類

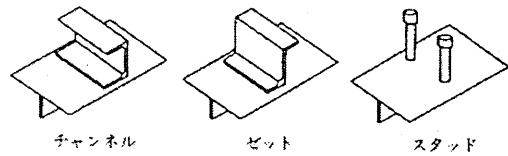
種類	接合構造	適用(接合部)
機械継ぎ手 方式	スリット・シーム 差込鉄筋	基礎と柱(橋脚) 基礎と主梁 柱とはり カブとフランジ 鋼床版とコンクリート床版 鋼桁とコンクリート桁
付着方式	表面突起 開孔 波形状	鋼管と充填コンクリート カブとフランジ
接着方式	接着剤	せん断キー
溶接方式	縦締め	床版
定着方式	アンカーボルト くさび	基礎と柱(橋脚) 基礎と主梁
支圧方式	支圧板	基礎と主梁

(1) 継ぎ手材を用いた接合

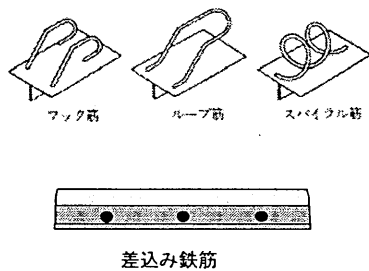
剛なずれ止めの種類



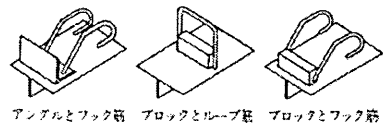
柔なずれ止めの種類



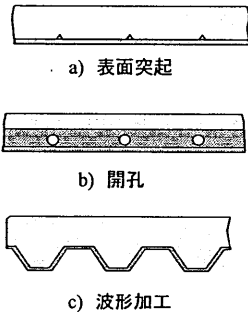
鉄筋を利用したずれ止め種類



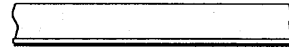
剛なずれ止めと鉄筋の併用



(2) 付着型接合



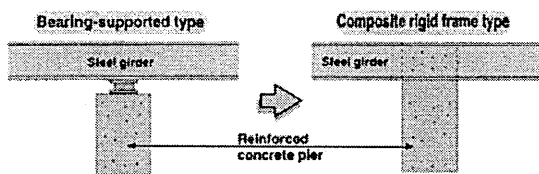
(3) 接着型接合



(4) 摩擦型接合



5. 剛構造



剛構造の現状と課題

- ・剛構造の適用の可否について
- ・上部工形式による採用の適否
- ・地震時に対する設計について

剛構造の特徴

- ・不静定次数が高く、耐震性が向上する
- ・PCラーメン橋に比べて、自重が軽い
- ・支承の省略により、製作費を低減できる
- ・支承回りの点検がなくなるため、維持管理が軽減される
- ・落橋防止装置を省略できる

1) 上下部一体化の剛結方式

- ・スタッドジベル方式
- ・PC鋼棒方式
- ・アンカーフレーム方式
- ・SRC方式

2) 剛結構造の設計法

- ・直線橋の場合は平面骨組みモデル解析、曲線橋の場合は立体ラーメン解析を原則
- ・接合部の解析では、剛域を考慮
- ・基礎モデルに用いる地盤バネ定数は、道路橋示方書IV下部構造編

参考文献

- 1)川田忠樹監修、野村國勝・梶川靖治編著:複合構造橋梁、技報堂出版、1994年。
- 2)NCB研究会編:新しい合成構造と橋、山海堂、1996年。
- 3)園田恵一郎編:鋼・コンクリート複合構造の理論と設計 (1)基礎編:理論編、(2)応用編:設計編、土木学会、構造工学シリーズ9、1998年11月。
- 4)依田照彦:ハイブリッド(複合)橋梁への期待、土木学会誌、Vol.84、pp.11-13、1999年4月。
- 5)土木学会構造工学委員会:鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン、構造工学シリーズ3、土木学会、1983年3月。