

# 1章 土木分野における複合構造物

## 1.1 複合構造物の定義と分類

複合構造物は、少なくとも2種類以上の材料を用いて、それぞれの材料が有している長所を有効に活用することによって、経済的かつ合理的な構造を目指した構造物といえる。経済性や実際面を考えれば、現段階におけるこれらの代表的な材料はコンクリートと鋼である。最も古い複合構造に関する研究は、1910年代にアメリカにおいて鉄骨をコンクリート内に埋め込んだSRC柱に関する実験報告がある。

複合構造物は、時代の要求とともに多種多様に発展してきた経緯もあり、その定義と分類は固定化しがたい。土木分野<sup>1)</sup>では、複合構造を合成構造と混合構造の2つに分類しているが、建築分野<sup>2)</sup>では、土木分野でいう複合構造を総称して合成構造と呼んでいる。土木分野における分類の一例を図-1.1.1に示す。なお、本図の破線枠で囲った構造形式を、SRC構造として別分類とする考えもある<sup>3)</sup>。また、鋼とコンクリートがずれ止め等を介して一体化され、任意の断面内においてBernoulli-Navierの仮定が成立する構造を合成構造、鉄骨とコンクリートの間にずれ止めがなく双方のずれを許容する構造をSRC構造、部材軸単位に異種構造部材を部材軸方向に接合した構造を混合構造とする分類例を図-1.1.2に示す。また、図-1.1.3は、複合構造を素材レベル、部材レベル、構造システムレベルの面から、鋼構造、コンクリート構造に次ぐ第三の構造として、それらの構成と位置付けを明確にした分類例<sup>4)</sup>である。

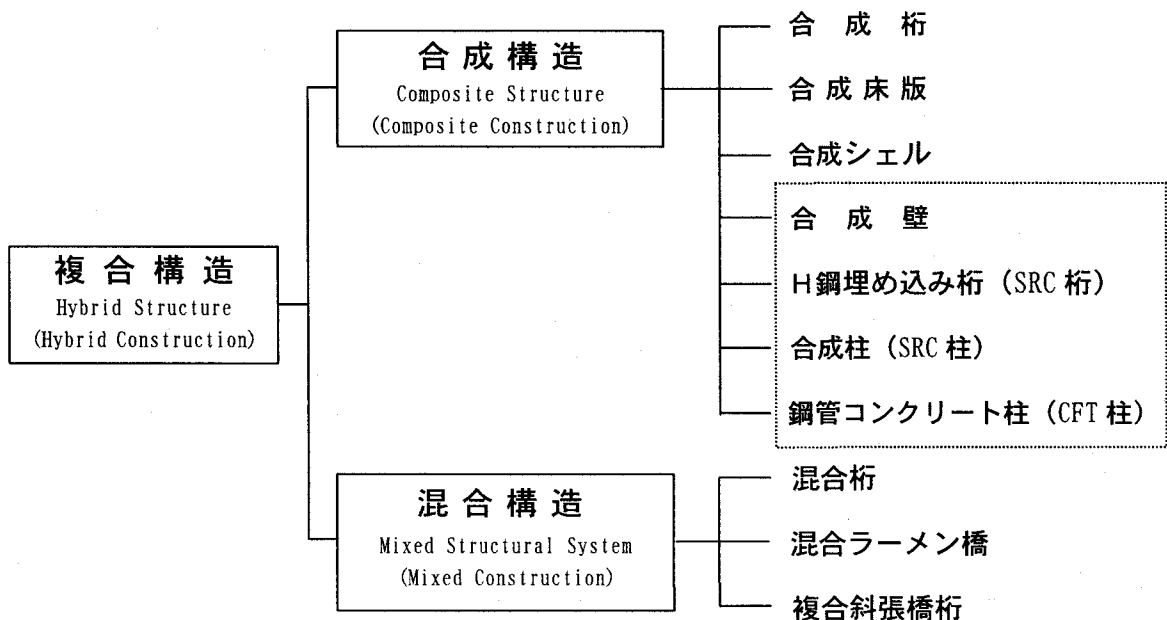


図-1.1.1 土木分野における分類例<sup>1)</sup>

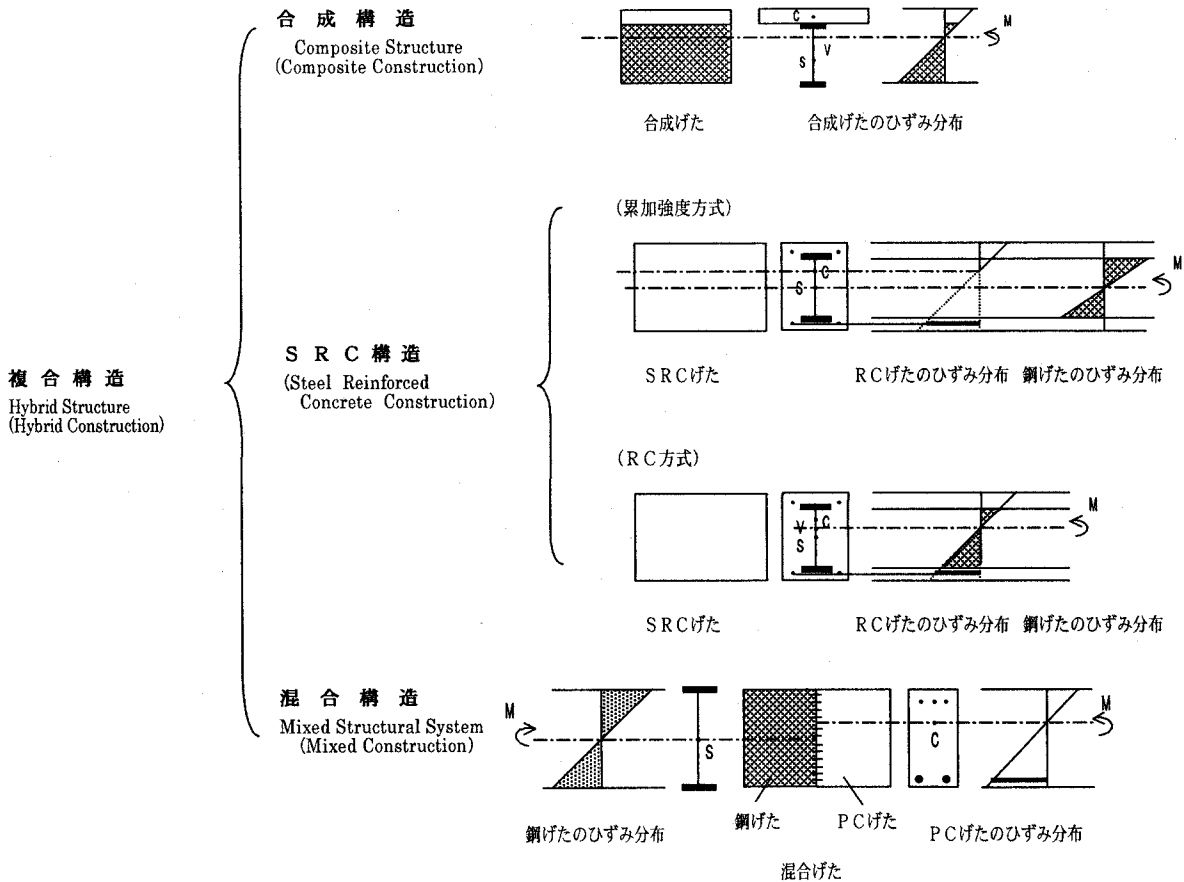


図-1.1.2 複合構造の分類とその代表例<sup>3)</sup>

このような背景の下、本委員会では、複合構造を表-1.1.1 に示す4つの構造形式に分類した上で、下記の3つのワーキンググループを組織し、現在すでに完成あるいは建設中の複合構造を採用した橋梁を対象に文献等の調査を行った。

- ① 合成構造 WG    ② SRC構造 WG    ③ 混合構造 WG

合成構造 WG では、合成構造のうち、合成桁橋および合成床版橋を主に調査した他、PC構造の一つとして位置付けられている波形鋼板ウエブPC橋なども調査した。

SRC構造については、図1.1.2に示すように、鋼とコンクリート間のずれを許容し、断面耐力等の算出に累加強度方式を用いる考え方の他、合成構造として分類しRC方式により断面力等を算出する考え方があったり、その定義あるいは考え方は必ずしも明確ではない。そこで、ここでは2.2でも述べるように、SRC構造を形態面から考えることとし、鉄骨が鉄筋コンクリートで被覆された部材で構成された構造の調査を行い、本報告書をまとめている。また、CFT構造もSRC構造WGの調査対象としている。

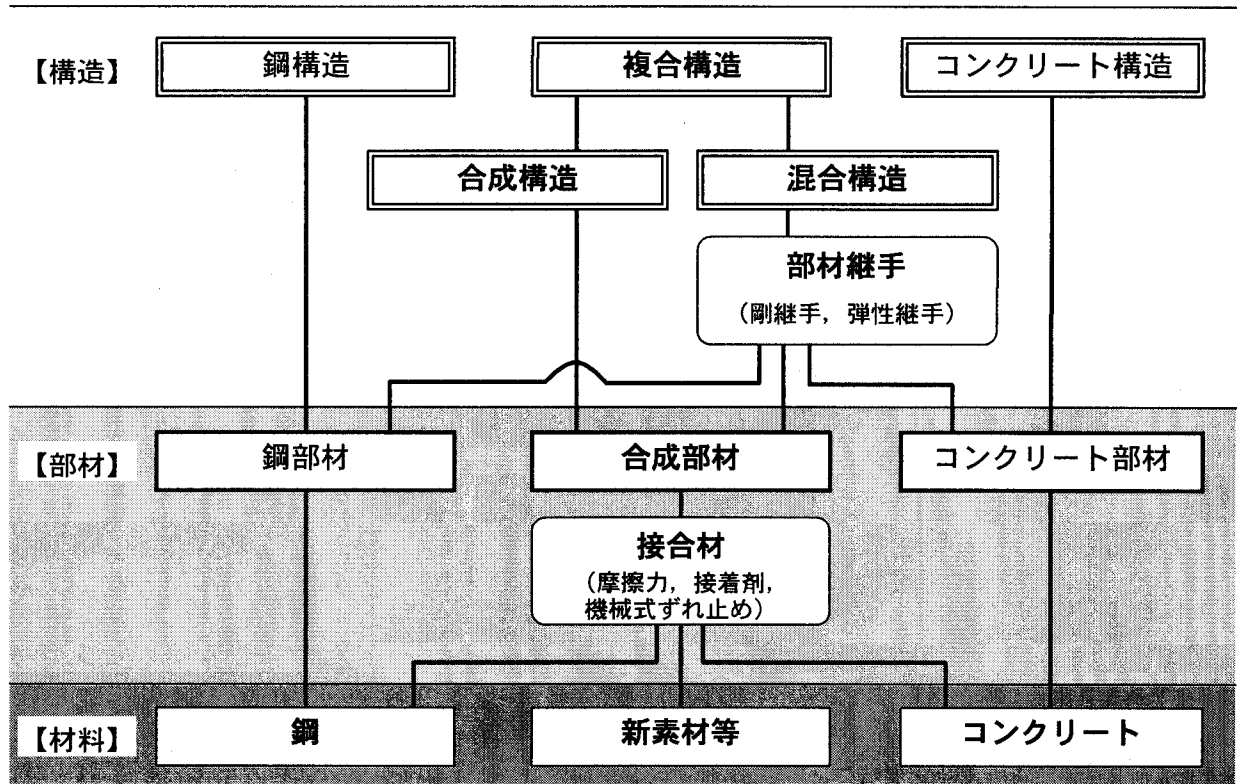


図-1.1.3 複合構造の構成と位置付け<sup>4)</sup>

混合構造 WG が調査対象とした混合構造は、上述の文献と同様、異種材料からなる部材を組み合わせた構造システムである。

複合構造から混合構造、SRC 構造を除いたものが合成構造で、合成桁橋および合成床版橋の調査を主に行ったが、波形鋼板ウエブ PC 橋、トラスウエブ PC 橋といった PC 構造と考えられている構造についても取り扱っている。また、プレビーム桁は、上記の考えに従えば、SRC 構造 WG で扱うことになるが、これまで合成桁の一つとして扱われてきた歴史的背景に鑑みて、合成構造 WG でも取り扱っている。

本委員会における橋梁構造物の詳細分類は、付属資料 (CD-ROM) 複合構造物の文献調査表を参照されたい。また、本表で定めた文献番号は可能な限り報告書内の参考文献、図表に添付した。

表1.1.1.1 本委員会における複合構造の構造区分と定義

構造種別	報告書における定義	対象とする構造物	委員会 担当WG	備 考
合成構造	鋼とコンクリートが互に止め等 を介して一体化され、任意の断面 面内において平面保持の仮定が 成立する構造	①合成桁 ②合成床版桁 ③その他の橋 ・ 波形鋼板ウエブPC橋 ・ トラスウエブPC橋 ・ 合成トラス橋 ・ 合成タイドアーチ橋 ①SRC桁 ・ マルチT断面SRC桁 ・ プレベーム桁 ・ 支保工材を本設構造として適用した桁 ②橋脚・橋台・主塔 ・ 鉄骨・コンクリート複合橋脚 ・ 鋼管・コンクリート合成橋脚 ③アーチ橋 ・ メラニ材を用いて架設されたアーチ橋 ・ 合成鋼管巻きたて工法による架設アーチ橋 ・ プレキャスト合成アーチ橋	合成構造WG	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ プレベーム桁は合成構造として取り扱う。またSRC構造としても扱う</li> <li>○ 波形鋼板ウエブPC橋、トラスウエブPC橋等のPC構造の1つとして扱われるものを含む</li> <li>○ 合成トラス橋、合成タイドアーチ橋の床組構造も含む</li> <li>○ SRC構造を形態面より分類する</li> <li>○ SRC構造は累加強度方式およびSRC方式を含む</li> <li>○ 鉄骨の仮設部材を本体構造物として考慮した構造もSRC構造を含む</li> <li>○ CFT構造もSRC構造WGで扱う</li> </ul>
SRC構造	鉄骨が鉄筋コンクリートで被覆された部材からなる構造	①CFT桁 ・ コンクリート充填鋼管複合桁 ②コンクリート充填鋼管柱 ③アーチ橋 ・ コンクリート充填鋼管アーチ ・ 合成鋼管巻きたて工法による架設アーチ橋	SRC構造WG	
CFT構造	鋼管にコンクリートを充填した部材で構成された構造	①コンクリート桁と鋼桁を接合した混合橋梁 ・ 斜張橋 ・ 桁橋 ②混合ラーメン橋 ・ 橋脚との接合 ・ 橋台との接合 (インガ'リハット) ③その他の混合橋 ・ 複合主塔 ・ 複合橋脚 ・ 圧延桁を用いた混合橋梁		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 接合方式</li> <li>・ 桁とRC橋脚をPC鋼棒で接合</li> <li>・ 桁とRC橋脚をジベルで接合</li> <li>・ 桁と鋼部材を溶接し、RC橋脚に埋め込み接合</li> </ul>
混合構造	異種材料からなる部材を部材単 位に部材軸方向に接合した構造		混合構造WG	

## 1.2 複合構造物の特徴

複合構造は、引張領域において有効に作用する鋼部材と圧縮領域で有効に作用するコンクリート部材を使い分けることにより、高性能化と経済性が追求できるであろうという発想から生まれた。従来の複合構造は、鋼 I 桁や鋼箱桁を用いた合成桁橋と呼ばれるものが殆どであったが、近年、鋼トラスと RC 床版を合成した合成トラス、波形鋼板ウェブ PC 橋、鋼トラスウェブ PC 橋といった複合 PC 橋、鋼箱桁と PC 桁をスタッドや補助プレストレス力により接合した複合斜張橋等様々な構造のものが出現した。

表一1.2.1 は複合構造の特性を分類<sup>4)</sup>したものである。複合構造には、

- ① 鋼とコンクリートの長所を組み合わせることによる、断面性能と耐久性を向上
- ② 架設材の鋼部材を本体構造物としても利用
- ③ 急速施工等のような施工性向上
- ④ 低騒音、防食、ミニマムメンテナンス化に向けた品質の向上
- ⑤ 補修、補強のための利用

といった利点がある。特に、上下部工を一体化したラーメン橋では、鋼構造またはコンクリート構造に比べ、耐震性能が向上することが知られている。また、複合構造は鋼部材をコンクリートで被覆することにより、塗装の塗り替え等のメンテナンスコストの縮減が期待できる。現在のように、土木構造物が大型化する傾向にあっては、積極的に鋼部材を仮設部材として利用し、完成時には本体構造物としても利用することができれば、更にコスト縮減を図ることも可能である。

表一1.2.1 複合による効果の分類例<sup>4)</sup>

No	分 類	備 考
1	長所の組み合わせによる補完	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、重量のつり合い	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

一方、複合構造は、RC や PC 構造に比べ、

- ① コンクリート打設が難しくなる、
- ② 鉄骨の構造によっては十分な経済効果が発揮できない。

といった短所<sup>1)</sup>がある。特に、②については製作工程が増えると諸外国に比べ鋼部材の製作費が高くなる日本特有の事情もあるが、新しい構造形式が提案されると、実績に基づく

適正価格と各種制約条件を適切に評価せずして、採用にあたって特定構造形式に偏重する傾向があることも要因の一つであろう。例えば、合成桁における死荷重の影響を考慮した適正支間の把握、合成橋脚としての適正な橋脚高さの把握、複合 PC 橋の経済的支間とプロポーシヨンの把握、といったことについても留意する必要がある。何れにしても複合構造は従来タイプの構造に比べ、性能や経済性の面において優位性を発揮しなければ採用されないし、また、使用目的に応じて、適材適所に使い分ける必要がある。

#### 参考文献

- 1) 土木学会：鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン，1989.3
- 2) 若林実，南宏一，谷資信，平野道勝：合成構造の設計，新建築学大系 42，彰国社，1981.
- 3) 土木設計便覧編集委員会：土木設計便覧，丸善，1998.
- 4) 土木学会：鋼・コンクリート複合構造物の理論と設計，(1)基礎編：理論編，1998.