

# 土木分野における合成構造・複合構造の現状

池 田 尚 治\*

**概要** 合成構造としては、鋼合せた橋、鉄骨鉄筋コンクリート、合成柱などが広く用いられてきた。しかしながら、近年、設計、施工の合理性の追求の結果、今まで例のない形式の合成構造、複合構造が登場してきた。すなわち、コンクリートアーチ橋の架設における鉄骨材の積極的な活用、コンクリート断面の一部を鋼板で置き換えた構造、あるいは鋼構造とコンクリート構造とを一体化した混合構造などが新しい構造形式として登場してきたのである。本稿は、このような合成構造、複合構造の新しい流れを展望するとともに、この種の構造に関する基本事項、発展の経緯などを述べるものである。また、最近注目されている材料の進歩についても、合成構造、複合構造と関連させて展望した。

**キーワード：** 合成構造、複合構造、混合構造、鉄骨鉄筋コンクリート、架設、アーチ橋、斜張橋

## 1. はじめに

合成構造および複合構造を構成する主要材料は、現在ところ言うまでもなく鋼材とコンクリートである。コンクリートは鉄筋などで補強されることにより韌性を持つ構造材料となるが、一方、鉄筋などの棒材もコンクリートの中に配置されてはじめてその性能を十分に發揮することができる。鉄筋コンクリートやプレストレストコンクリートは、鋼とコンクリートとの合理的な複合によって今まで構造物の形式として確固たる実績を上げてきており、今後ともおおいに発展していくものと考えられる。

しかしながら、一方では、鋼材をより積極的に活用しコンクリートと組み合わせることにより鉄筋コンクリートやプレストレストコンクリートとは異なる特色もつ構造形式が用いられている。ここで述べる合成構造および複合構造とはこのようなものであって、鋼材とコンクリートとの組合せ方式により多くの特徴をもたせことが可能である。ただし、一般に鋼材は高価であるで鋼材のもつ長所を積極的に発揮させることが必要となる。

合成構造として土木の分野で広く用いられてきたもの合成せた橋りょうであり、設計施工の手法もほぼ確立したものとして定着している。また、鉄骨鉄筋コンクリート構造も橋脚などの建設に用いられている。このほ

年、合成構造あるいは複合構造として今まで例のない形式の構造が登場してきた。たとえば、城址橋や別府明礬橋のようなコンクリートアーチ橋の架設における鉄骨材の積極的な活用、フランスのマウプレ橋にみられるように従来のプレストレストコンクリート構造の中に積極的に鋼板や鋼管を活用した構造、およびドイツのフレー橋や本四連絡橋の生口橋の建設にみられるように同一の橋りょうの中で中央径間には鋼構造を、側径間にはコンクリート構造を適用した混合構造などの新しい形式の構造が現われてきたのである<sup>2)~9)</sup>。

土木構造技術者にとって構造物に使用できるカードは鋼材とコンクリートおよび最近登場してきた新素材などであるが、これらは時代とともに発展しており、また、構造技術を取り巻く周辺を含めた技術も日進月歩である。それゆえ、自己のもつカードを単独で用いるのみでなく、これらを組み合わせて用いることによるメリットをまず考えることが必要と思われる。最適な構造は、その時代の技術および経済の状況、ならびに建設地点の条件などによって大きく影響されるのが当然であるが、上述のような新しい合成構造、複合構造が登場してきたことを一種の突破口と考え、合成構造および複合構造を評価することが必要と思われる。

ここでは、以上に述べた観点から最近の実例を紹介しながら土木の分野における合成構造および複合構造に関する若干の解説と展望とについて述べることとする。

えられる。

しかしながら、1990年9月にIABSE(国際構造工学協会)の国際シンポジウムが開催され、その名称が“Mixed Structures including New Materials”であってそのなかにはここで述べた合成構造もテーマとして取り上げられていた。したがって、合成構造、混合構造、および複合構造の定義は必ずしも統一されているとは言いがたい。いずれの用語も狭い意味で考える場合と広い意味で考える場合とがあり得るものと思われる。表-1に狭い意味で考えた場合を対象として関連する用語を英語名を付して示した。

なお、鉄筋コンクリート床版をプレストレストコンクリートげたの上に施工して活荷重に対し両者が一体断面として抵抗するPC合成げたは、異種材料でなくとも合

表-1 合成構造、複合構造の用語例

用語	英語名
合成構造	Composite Structure
混合構造	Mixed Structure
複合構造	Hybrid Structure
鉄骨鉄筋コンクリート	Steel Reinforced Concrete
鋼管コンクリート柱	Concrete-filled Steel Column
埋込み合成柱	Concrete-encased Steel Column
複合材料	Composite Material
累加方式	Superposition Method
完全合成	Full Interaction
部分合成	Partial Interaction
コンパクト断面	Compact Cross-section

### 3. 合成構造、複合構造の発展の経緯

建築の分野では、鉄骨鉄筋コンクリートがおおいに普及してきた。これは、関東大震災によってその優れた耐震性が認識され、行政指導によって階層の多い建にその採用が求められたことによるものと思われる。た、日本建築学会から鉄骨鉄筋コンクリートに関する算規準が刊行されたことも大きく寄与している。

土木の分野では橋りょうに鋼合成げたが広く用いられてきたが、アメリカやドイツの例にならって日本道路会や旧国鉄で合成げた橋の設計施工指針が制定されたことが大きく寄与していると思われる。

なお、土木の分野では、鉄骨を工事で相當に使いなら鉄骨鉄筋コンクリートの概念がそれほど普及しなかった。これは、日本建築学会のような計算規準を土木学会が制定していなかったことにもよるものと思われる。ここで、土木学会では、1986年のコンクリート標準示方の改訂を契機として土木の実情に即した鉄骨鉄筋コンクリートの新しい分類を示した。すなわち、①比較的小面を設計する場合で鉄骨部分と鉄筋コンクリート部分の累加の耐力を基本とする場合、②鉄骨を鉄筋と併用して大型の断面を構成する場合、および③架設時の適用主体とする場合、の以下の3種類の分類を示した。

- 1) 累加型構造
- 2) 鉄筋鉄骨併用構造
- 3) 架設主体構造

### Composite Structures and Hybrid Structures in Civil Engineering Field

By Shoji Ikeda

Concrete Journal, Vol.29, No.6, pp. 4~12, June 1991

**Synopsis** Composite steel concrete girder bridges, steel reinforced concrete structures, composite columns, etc. have been widely used in Japan. However, entirely new composite structures or hybrid structures have appeared as a result of pursuing rationalization of design and construction. Application of steel elements in concrete arch bridges as a purpose of erection, concrete structures having a cross section including steel web plates, or mixed structures unified with concrete structures and steel structures are examples of such new structures. This paper describes the trend of above mentioned new structures as well as reviews the basic matters of the development of composite structures and hybrid structures. Progress of materials such as fiber reinforced plastics is also described in relation to composite and hybrid structures.

**Keywords:** composite structures, hybrid structures, mixed structures, steel reinforced concrete, erection, arch bridge, cable-stayed bridge

土木分野における鉄骨鉄筋コンクリートをこのように類することにより、それぞれに適した鉄骨の活用がはれることから、今後は土木の分野においても鉄骨鉄筋コンクリートが相当に普及するものと思われる。

土木学会では、構造工学委員会の中の鋼コンクリート成構造小委員会（1978年設置）が1989年3月に「鋼コンクリート合成構造の設計ガイドライン」をとりまとめ出版した<sup>2)</sup>。この設計ガイドラインは、これまでの成構造に関する種々の情報を整理したものであり、これをベースとして設計施工指針をとりまとめるべく現在動が続けられている。表-2に、この設計ガイドラインの内容を示す。なお、この小委員会は、1990年度から「鋼・コンクリート複合構造小委員会」に組織替えをし。

ヨーロッパにおいては、Eurocode 4として複合構造に関する統一コードが制定されようとしている。合成構造、複合構造が従来の枠を越えて大きく発展するには、これらに関する合理的な設計施工指針が必要である。この場合、限界状態設計法の概念は、合成構造お

よび複合構造の特質を顕在化させることができるものと思われる。表-3に合成構造、複合構造の発展の経緯を示すいくつかの例を示した。

#### 4. 合成構造、複合構造の最近の展開

ここでは、合成構造、複合構造として比較的最近登場し注目されている例についてその内容と特徴を解説することとする。

##### （1）マウプレ橋

マウプレ橋は、フランスに1987年完成した全長約324mのプレストレストコンクリート橋であり、鋼とコンクリートとを組み合せたもっとも革新的と言えるものである<sup>9), 10)</sup>。プレストレストコンクリート橋の場合、コンクリートの腹部を薄くして重量を軽減することにより経済性を高めることができるが、腹部のコンクリートに代えて波形鋼板を用いるといっそうの軽量化をはかることができる。波形鋼板とするのは、コンクリートのクリープによってフランジに導入されたプレストレス力が腹部の鋼板に逃げないようにするためにある。マウプレ

表-2 鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドラインの内容

第1章 総論	5.5 シェル・折板
1.1 はじめに	第6章 鋼・コンクリート混合構造
1.2 合成構造の特質とその分類	6.1 概説
1.3 合成構造の歴史と動向	6.2 ずれ止めによる接合
1.4 合成構造の特徴	6.3 プレストレスによる接合
第2章 構造用材料	6.4 混合構造の実施例
2.1 鋼材	6.5 生口橋の設計
2.2 コンクリート	第7章 最近の橋梁への適用
2.3 接着材料、その他	7.1 メラン固定アーチ橋—日本道路公团・別府橋—
第3章 構造部材の設計方法	7.2 合成箱桁—東北新幹線・荒川橋梁—
3.1 概説	7.3 合成橋桁—首都高速・KE 73 工区高架橋—
3.2 土木学会コンクリート標準示方書による設計法	7.4 プレキャスト床版を用いた連続桁橋
3.3 国鉄（JR グループ）の鉄骨鉄筋コンクリート構造物設計指針による設計方法	7.5 合成軌道桁—跨座式モノレール—
3.4 道路橋示方書鋼橋編における合成げた設計方法	7.6 鉄道橋鉄骨鉄筋コンクリート下路桁
3.5 日本建築学会鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準による設計方法	7.7 鉄骨鉄筋コンクリートラーメン橋—鹿児島本線・国道架道橋—
3.6 Eurocode 4（案）	7.8 鉄骨鉄筋コンクリートラーメン橋脚—瀬戸大橋・与島高架橋—
3.7 今後の展望	7.9 鉄骨鉄筋コンクリート高橋脚—日本道路公团・関越自動車道—
第4章 合成構造の力学的特性	7.10 コンクリート充填合成橋脚
4.1 序論	第8章 各種土木構造物への応用
4.2 合成の確保	8.1 サイロ
4.3 強度と変形特性	8.2 原子力構造物
4.4 コンクリートの乾燥収縮・クリープの影響およびひびわれ	8.3 井筒型基礎

1908	Burr による鋼柱のコンクリート被覆（耐火性の増加）
1923	関東大震災における鉄骨鉄筋コンクリート建物の耐震性の実証
1928	Freyssinet によるプレストレストコンクリートの特許
1941	Maier-Leipnitz らによる合成げたの設計
1944	アメリカ合成げた設計規準
1950	西ドイツの合成げた設計暫定規準
1950 頃	スタッドの溶植法の開発
1953	わが国初の合成げたである神崎橋完成
1954	西ドイツの合成げた設計規準
1958	日本建築学会の SRC 規準
1959	日本道路協会の鋼合成げた橋の設計施工指針
1967	首都高速道路公団の SRC 設計基準
1970	日本道路協会の道路橋示方書に合成げたを規定
1973	日本国有鉄道の合成鉄道橋の設計標準
1975	プレビーム合成げた橋設計施工指針（国土開発技術研究センター）
1977	本四公団委託の土木学会 SRC 構造設計指針
1979	本四公団の大型 SRC 橋脚設計要領（案）
1979	CEB・ECCS・FIP・IABSE の合成構造のモデルコード案
1979	Flehe 橋（ドイツ）の完成
1980	SC くい設計指針（国土開発技術研究センター）
1986	土木学会コンクリート標準示方書改訂（限界状態設計法および SRC の規定）
1987	日本建築学会の SRC 規準に保有水平耐力の検討と鋼管コンクリート構造の組込み
1987	マウブレ橋（フランス）の完成
1989	土木学会の鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン
1989	別府明礬橋の完成
1989	城址橋の完成
1990	IABSE のシンポジウム "Mixed Structures including New Materials"

備考：ここでは鉄骨鉄筋コンクリートのことをSRCと記した。

および栄設用のケーブルとしての外ケーブルが配置された7径間連続の橋りょうである。架設は押出し工法が用された。腹部の波形鋼板の形状は図-3に示すよう厚さ8 mm のものである。写真-1 および 2 に、このりょうの完成状況を示す。この橋りょうの場合、従来プレストレストコンクリート橋の概念を大幅に離れて板や钢管を断面の主要部位に使用したのであり、合成：

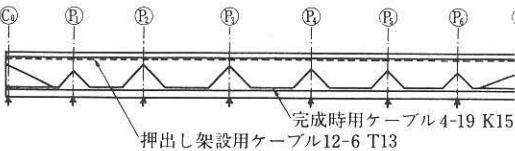


図-2 マウブレ橋のケーブル配置<sup>④</sup>

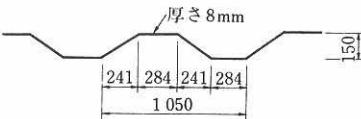


図-3 マウブレ橋の波形ウェブ鋼板<sup>⑤</sup>

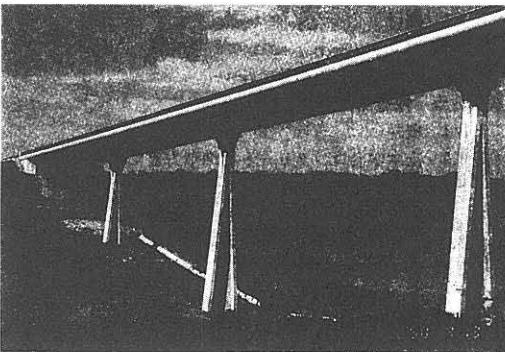


写真-1 マウブレ橋

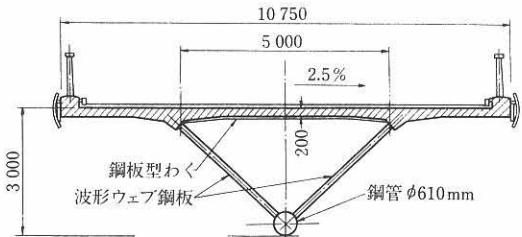


図-1 マウブレ橋の断面図<sup>⑥</sup>

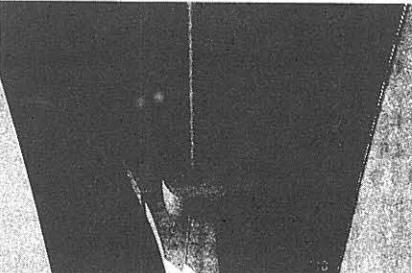


写真-2 マウブレ橋の詳細写真

の合理性を最大限に発揮している。

波形鋼板を用いたプレストレストコンクリート橋は、図-4 に示すように、1986 年のコニャック橋をはじめすくいくつかの実績があり、ペネズエラのカラカス橋では中央支間 212 m の橋りょうが計画されている<sup>11)</sup>。こ

の種の構造はまだわが国では見られないが、その経済性、合理性などから考えて、今後おおいに注目すべき構造形式のものであると言える。

## (2) 城址橋

鋼管の中にコンクリートを充填した構造は、コンク

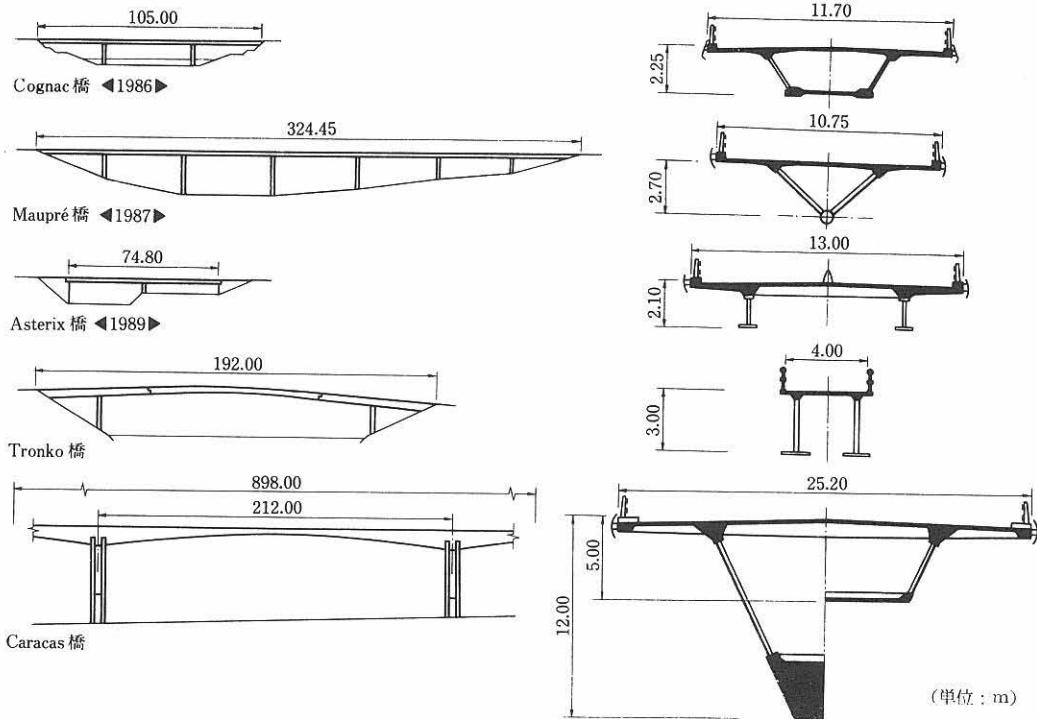
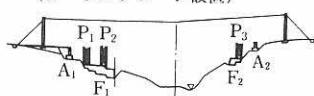


図-4 波形鋼板ウェブの橋りょう<sup>11)</sup>

① F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> アーチアバット施工



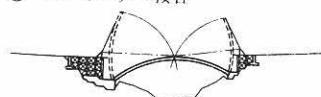
② P<sub>1</sub>～P<sub>3</sub> 脚柱、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 橋台施工  
(ケーブルクレーン設置)



③ 構台設置



⑤ ロアリング・接合



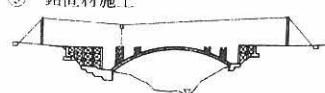
⑥ 充填コンクリート打設



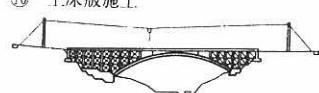
⑦ スプリングング部支保工施工



⑨ 鉛直材施工



⑩ 上床版施工



⑪ 橋面工施工



鉛直に組立て、これを回転しながら倒して閉合し、次に鋼管の中にコンクリートを充填してアーチリブの剛性を高めてから、これにワーゲンを用いてコンクリートを引き立ててコンクリートのアーチを構築する工法を採用了<sup>12)</sup>。図-5にこの橋りょうの架設の概要を示す。

この橋りょうの建設に先立って、これよりやや小規模な旭橋の建設にこの工法を採用して検討が行われた<sup>13)</sup>。この工法は、内外で注目されており、今後いっそう大きな支間のコンクリートアーチ橋の建設に採用されるものと思われる。

この構造の場合、角断面鋼管はあくまで架設時の安全が確保されればよいのであり、最終的な構造形式はコンクリートのアーチリブによってすべての応力が負担されることとなる。

### (3) 別府明礬橋

別府明礬橋は、1989年に完成した支間235mのわが国最大のコンクリートアーチ橋である<sup>14)</sup>。架設に際しては、アーチの両アバット部分からPC鋼棒を斜材としたトラス形式の張出し架設を行ったのちに中央部約70

めに用いられたものである。図-6に別府明礬橋の架設の概要を示す。

城址橋の例の場合と同様に、このような鉄骨材の活用は土木学会のコンクリート標準示方書における架設主体構造に該当するものと言える。

なお、別府明礬橋は1990年のハンブルク大会から始まったFIP賞のうちのFIP Special Mention Awardを受賞した。

#### (4) ランスのアーチ橋

ランスのアーチ橋は、アーチリブの張り出しに支間途中のピロンを用いた独特の架設方法を採用したことにより、その支間を261mとすることができた。この橋りょうは、フランス西部のブルターニュ地方のランス川に架かるアーチ橋で橋長は424mである<sup>15)</sup>。

架設方法としては、図-7に示すようにアバットから約60m離れた位置に仮支柱を建て、その位置にピロンを建てて斜張橋の張出し架設のようにコンクリートのアーチリブを架設する工法が採用された。また、アーチのライズスパン比を1:7.5としたことから上部げたの

- ① エンドポストの施工と平行してスプリングング部を支保工施工し、ワーゲンを組み立てる。



- ② バックステーを設置し、斜つり材を併用しワーゲンにてアーチリブをカントリレバ施工する。



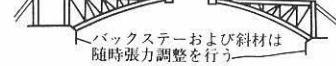
- ③ ワーゲン移動後、鉛直材(鋼材)を施工する。



- ④ 鉛直材、上弦材(鋼材)および斜つり材を設置し、トラスを形成しながらカントリレバ施工を繰り返す。



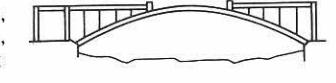
- ⑤ スプリングング部から約80mまでカンチレバー施工する。



- ⑥ 中央部約70m区間はメラン材を一括架設し、アーチリングを閉合する。閉合後ワーゲンにてメラン材をコンクリートで巻いてゆく。



- ⑦ アーチリング閉合後、斜材、バックステー、斜つりPC鋼材を解放・撤去する。



- ⑧ 鉛直材、補剛げたの施工、橋体完成。

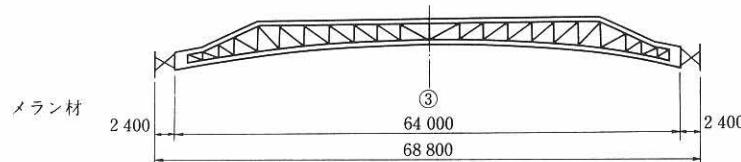
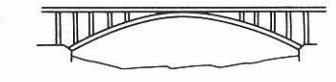


図-6 別府明礬橋の架設<sup>2)</sup>

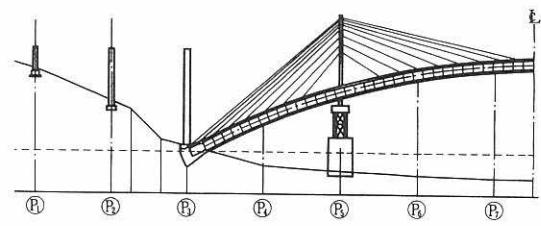


図-7 ランス橋の架設方法<sup>15)</sup>

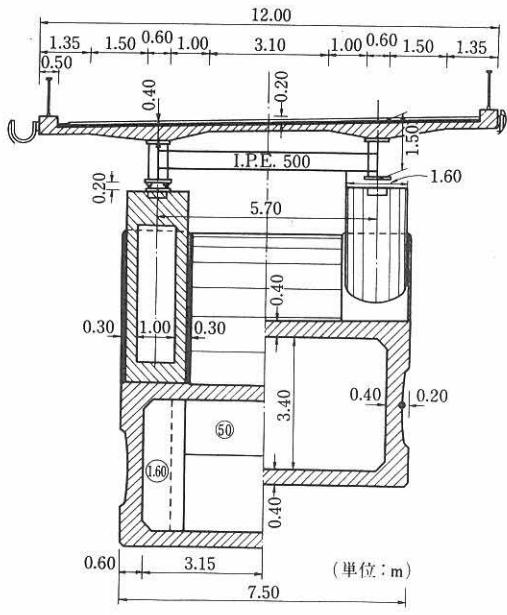


図-8 ランス橋の断面図<sup>15)</sup>

重量をできるだけ軽くすることが有利となるため上部げたには鋼板げたが用いられた。これはコンクリートのチリブと鋼上部げたとの複合構造である。なお、鋼上部げたは押し出し工法によって架設された。図-8にこりょうの断面図を示す。

### (5) 複合斜張橋

PC 斜張橋のけたの重量を軽くする方策としてコンクリート 2 主げたを結ぶ横げたに鋼げたを用いて成功したが、アメリカのイーストハンティントン橋である。構造図-9 に示すとおりであって、単独タワーで支間が 14 m をもつものであり、PC 斜張橋としては最大規模のと言える。

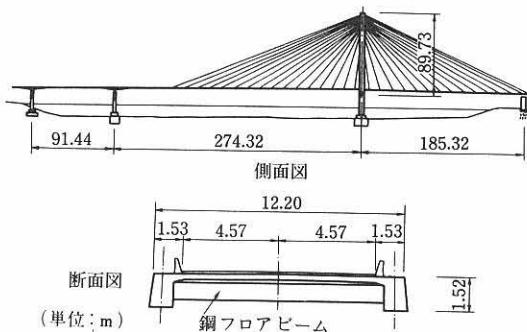


図-9 イーストハンチントン橋<sup>9)</sup>

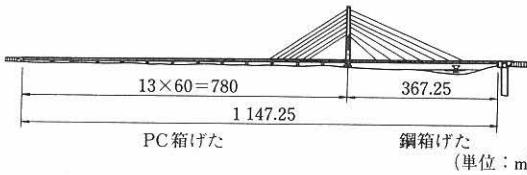


図-10 フレー橋<sup>5)</sup>

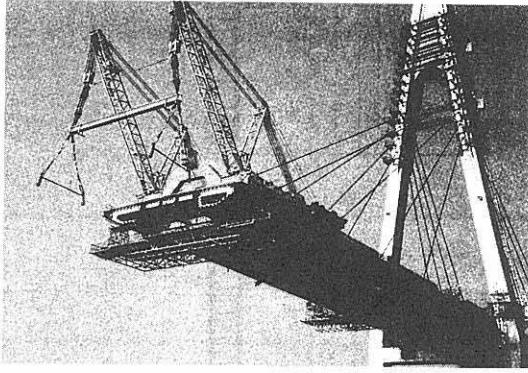
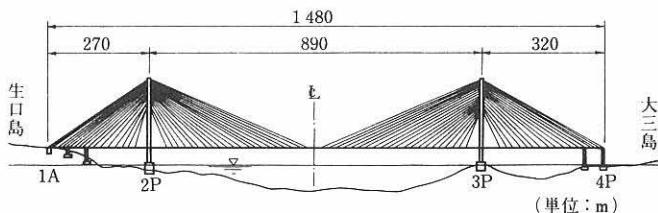
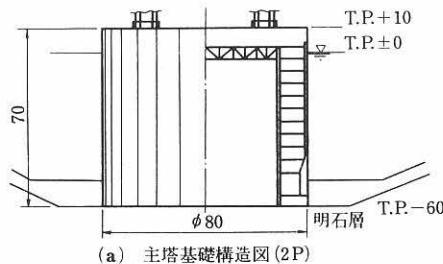


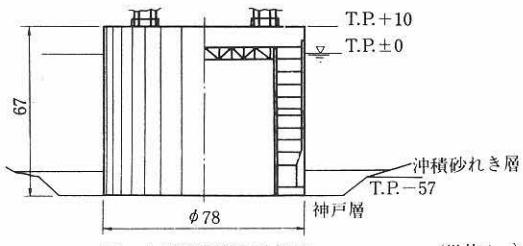
写真-3 生口橋鋼げた部の施工 (1990年11月8日撮影)

の場合にはコンクリートげたの重量がカウンターウエイトとして利用されたのである。図-10にフレー橋の側面図を示す。

斜張橋で主径間部の鋼げたとバランスさせるためにフレー橋のように側径間部に重量の大きいPCげたを配置する混合構造形式の斜張橋はわが国でも本四連絡橋の生口橋の建設に用いられている<sup>16)</sup>。生口橋は、斜張橋部分が490mの長大橋で支間割りは150(47.5+47.5+55)+490+150(55+47.5+47.5)mであり、主径間部は鋼筋

図-11 ノルマンジー橋の一般図<sup>17)</sup>図-12 多々羅大橋の一般図<sup>18)</sup>

(a) 主塔基礎構造図(2P)



(b) 主塔基礎構造図(3P)

(単位:m)

図-13 明石海峡大橋の海中基礎<sup>19)</sup>

橋（中央支間 890 m）が計画されている<sup>16)</sup>。

図-11 および図-12 にそれぞれノルマンディー橋と多々羅大橋の側面図を示す。

#### (6) 明石海峡大橋主塔基礎

世界一の長大吊り橋となる明石海峡大橋（支間 1 990 m）では、その主塔基礎に直径 80 m、重量 1 万 5 300 t の鋼製ケーソンが曳航設置され、その中に特殊水中コンクリートが打ち込まれた<sup>18)</sup>。この鋼製ケーソンは巨大な重力式コンクリート基礎の型わくとなることが主なる役割である。図-13 にその構造図を示す。この種の複合構造物の設計の概念については必ずしも一般的な構造技術

者には知られていないものと思われるが、鋼とコンクリートとの複合構造の適用例としておおいに関心を払うのがよいと思われる。

### 5. 材料および工法の進歩

合成構造、複合構造を構成するコンクリートや鋼材時代とともに相当に進歩している。また、新素材の開発も鋭意進められている。それゆえ、合成構造、複合構造を考える場合、これらの材料の進歩から目を離す訳にいかない。コンクリートの高強度化はおおいに進んでおり、圧縮強度が 1 500 kgf/cm<sup>2</sup> 程度のコンクリートが実用されるのも遠い話ではないと思われる。鉄筋の極端化や鋼材の高性能化も進んでいるので、材料の進歩を取り入れた合成構造、複合構造の前途には大きな夢があるものと思われる。合成構造専用の形鋼もいっそう発展すると思われる。

アラミド繊維、炭素繊維、水中不分離性コンクリートの活用やアモルファス金属の応用等もおおいに期待できるものと思われる。

鋼げたをあらかじめ曲げ変形させ、その引張り側フランジ部にコンクリートを巻いて剛性を高めるプレビース工法<sup>20)</sup>も、高張力鋼の活用や外ケーブルによるプレトレスの併用により複合構造としてさらに発展するものと思われる。

また、複合構造形式は、構造物の補修、補強および分的改築にも適しているものと思われる。H 形鋼を埋込んだプレキャスト床版を鋼主げたに弹性締結する鉄コンクリート床版打ち換え工法もその施工性の良さかといっそう注目されるものと思われる<sup>21)</sup>。

## 参考文献

- 1) 土木学会鋼コンクリート合成構造小委員会：鋼コンクリート合成構造の現況，土木学会誌，pp. 45～54, 1981. 9
- 2) 土木学会鋼コンクリート合成構造小委員会：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, 1989. 1
- 3) 前田幸雄：土木における合成構造，コンクリート工学，Vol. 21, No. 12, pp. 13～22, 1983. 12
- 4) 前田幸雄：合成構造の最近の話題，第2回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，土木学会，pp. (1)～(7), 1989. 9
- 5) 前田幸雄：複合構造に関する研究の発展の歴史と動向，土木学会論文集，第344号，I-1, pp. 13～25, 1984. 4
- 6) 池田尚治：合成構造の設計法とその問題点—土木構造物一，コンクリート工学，Vol. 21, No. 12, pp. 81～87, 1983. 12
- 7) 池田尚治：鋼コンクリート合成構造の発展の動向と展望，土木学会論文集，第414号，V-12, pp. 15～22, 1990. 2
- 8) 池田尚治：鋼コンクリート合成構造の特性と複合構造への展開，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 12, No. 2, pp. 1～6, 1990
- 9) 猪股俊司：プレストレスされた鋼コンクリート組合せ橋梁，新しい分野でのPCの活用，プレストレスコンクリート技術協会，pp. 1～21, 1989. 2
- 10) J. Combault et al : Viaduc du vallon de Maupré, à Charolles, Travaux, pp. 67～80, Oct. 1988
- 11) M. Cheyrezy and J. Combault : Composite Bridges with Corrugated Steel Webs—Achievements and Prospects, IABSE Symposium Brussels 1990, Mixed Structures including New Materials, pp. 479～484, Sept. 1990
- 12) 山本・佐川・小林・遠山：合成アーチ巻立て工法による城址橋の設計と施工，橋梁と基礎，Vol. 23, No. 11, pp. 2～10, 1989. 11
- 13) 大浦 隆・河村哲男：鋼管コンクリート構造を適用したコンクリートアーチ橋の架設工法—合成アーチ巻立て工法(CLCA工法)—，第2回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，pp. 365～372, 1989. 9
- 14) 伊藤・一瀬・栄・和田：別府橋（仮称）の設計と施工，プレストレスコンクリート，Vol. 31, No. 5, pp. 43～56, 1989. 10
- 15) J. Mathivat, M. Virlogeux et al : Le Pont en Arc sur la Rance, La Technique Francaise du Beton Precontrainte, 11 e Congres de la FIP, pp. 425～439, 1990
- 16) 藤井裕司：本州四国連絡橋尾道今治ルートの長大橋，橋梁と基礎，Vol. 24, No. 8, pp. 82～86, 1990. 8
- 17) 森元峯夫：ノルマンジー橋 同上, pp. 113～117
- 18) 加島・鈴木・樋口・岡田：明石海峡大橋主塔基礎の施工，橋梁と基礎，Vol. 24, No. 3, pp. 12～21, 1990. 3
- 19) 保田雅彦：明石海峡大橋，橋梁と基礎，Vol. 24, No.

## 6. おわりに

合成構造、複合構造は材料の適材適所がはかられていてから、競争に強くその発展性は大きいものと思われる。しかしながら、構造物の建設を取り巻く種々の条件もとで常に最適な構造形式となるわけではないと思われる。そこで、合成構造、複合構造が有利となる条件明確にすることが今後の発展に大きく寄与するものと思われる。

限界状態設計法の概念の普及も合成構造、複合構造の展にとて重要であると思われる。

鋼とコンクリートとはお互いに相性のよい材料であかつ、お互いに長所を伸ばし、欠点を補い合うことができる所以、今後は、構造設計の発想の原点を合成構複合構造に置くことにもなり得るものと思われる。