

新しい形式の PC 橋梁

小 村 敏*

構造部材としてのコンクリートは、鋼材に比較すると、安価であるため、従来から中小支間の橋梁にはよく用いられていた。引張に弱い欠点も、プレストレストコンクリートが考案されて以降克服され、その適用支間を伸ばし、現在では 400 m 以上の橋梁にも使用されている。しかし最大の欠点は、時に長所になるにしても、重いことである。最近欧米を中心にして、この安価なコンクリートを用い、重い欠点を種々のアイデアで克服しながら、新しい形式のプレストレストコンクリート (PC) 橋梁が構築されている。



最近では、鋼橋、PC 橋を問わず、世界的に斜張橋ブームである。近年架橋地点の変化もあり、長支間の橋梁が要求され、電子工学の発達に伴う施工技術の進歩から可能になった斜張橋が最適構造として採用されるためである。鋼材が比較的安価で、地震力を考慮しなければならない日本では、横浜ベイブリッジを始めとして鋼橋が多いが、呼子大橋、青森大橋と最大支間 250 m クラスの PC 斜張橋も誕生している。一方欧米では、鋼材が高価で、一般的には地震力を考慮しなくてもよいので、Barrios de Luna 橋 (440 m) を始めとして、PC 斜張橋が数としては多い。

斜張橋に限らず、長径間の橋梁になると、コンクリートの重さは、大きな障害になる。この重い原因の一つは、桁重の約 30% を占めるウェブにある。このウェブの重量軽減策として、まず考えられたのが、アウトケーブル (エクスターナルケーブル) である。ウェブ内にダクト (シース) がなく、その分ウェブ厚を減少させることができ、さらに配線の苦勞がなく、コンクリート打設が容易などの施工上の利点と、ケーブルの取替え、再緊張などの維持管理面でも有利な副次的効果がある。1950 年代をピークにその後一時廃れたが、現在は復活の兆しを見せている。バージ上にプレキャスト桁を並べて支持台用桁とともに一支間分架設した Seven Mile 橋、インナーケーブルと併用しカンチレバー架設された Chinon 橋、架設時応力のためのケーブルと、架設後応力のためのケーブルをアウトケーブルとし、押し出し工法で架設された Val de Durance 橋などの例がある。もう一つは、ウェブに鋼材を利用する方法である。単にウェブを鋼板に置き換えたものから、Cognac 橋のように、ウェブのせん断座屈耐荷力の確保、導入されたプレストレスをウェブ鋼材が拘束しないようにするため、ウェブを波形 (折板) 構造にした例もある。Maupre 橋ではさらに一歩進め、下フランジにコンクリート充填鋼管を用いて、自重を約 35% 軽減している。コンクリート自体で勝負するときは、トラス構造を採用する方法もある。Sylans 高架橋は、桁橋からアプローチし、ウェブを PC 部材の X 形のトラスに置き換えた例である。当然のことながら、3 橋とも主桁方向は、アウトケーブルを用いている。

コンクリート橋を重くしている他の要素は、床版の厚さである。主桁間隔を縮めることによって床版の厚さを薄くできるが、ウェブの数が増し、二律背反である。そこで、主桁数を減じ床版厚の軽減を図

* プレストレストコンクリート技術協会理事，首都高速道路公団常任参与

ったのが、Sunshine Skyway 橋や Brotonne 橋に見られるストラットの利用である。一箱桁断面でウェブ数を増すことなく、床版をトラス型のストラットで中間支持して床版を薄くし、かつ一面吊り斜張橋の斜材をこのストラット支持部に定着し、その力を下縁側に伝達している構造である。James River 橋では、二箱桁をトラス型の横桁で連結し、そのトラス中央に斜材を定着している。East Huntington 橋では、主桁は高強度コンクリートのプレキャスト桁（ブロック長さ 13.6 m、重量 227 t）で、横桁を鋼桁にして密に配置し（2.75 m 間隔）、かつコンクリート床版との合成桁として、床版支間を橋長方向に変換して、床版厚の軽減、工期の短縮を図っている。Alex Fraser 橋では、鋼二主桁上に高強度コンクリートのプレキャスト床版を配置して、これも工期を大幅に短縮している。コンクリートだけで重量軽減を目指すときは、鋼横桁と同じ発想で、橋軸直角方向にリブを配置して、プレストレスの偏心量を稼ぎ、床版厚の軽減を図っている。

斜張橋の鋼材の剛度を大きくし、橋梁全体の剛性を高めたり、主塔の高さを低減する目的で、斜材をコンクリートで巻き立てる方法もある。Ganter 橋がその例で、将来の維持管理にも有利である。さらに一步進んだ橋梁としては、Barton Creek 橋に見られるフィンバック橋梁が挙げられる。支点付近で、桁ウェブを橋面上方に背びれのように上げ、その上にケーブルを配置し、カンチレバー架設しながら、ひれを打ち足して伸びていくこの形式は、斜張橋よりは経済的である。この橋は、現場打ちであるが、横桁にストラットを使用し、この面でも床版厚を減じて軽くしている。

斜張橋の主塔にコンクリートを用いると、主塔の剛性が上がり、風や地震の荷重に対して主桁に有利に作用する。通常強度のコンクリートを用いても効果があるが、高強度コンクリート（800~1000 kg/cm²）を用いると、圧縮力が卓越する主塔の断面を小さくすることができ、さらに効果的である。アメリカでは、高層建築の柱にこの種のコンクリートが用いられているので応用が素早かったようである。工場製品が主となるプレキャスト部材は、品質管理、養生が行き届く関係もあり、高強度コンクリートが使用される例が多い。

逆にコンクリートの重さを積極的に利用した橋梁としては、生口橋や Flehe 橋が挙げられる。種々の制約から、側径間長/中央径間長の比が 0.2~0.3 と径間割りがアンバランスとなった斜張橋で、中央径間を鋼橋とし、側径間にはコンクリート桁を用いて重くすることで、経済的な斜張橋が可能になっている。

従来からある構造形式では、トラス橋とアーチ橋が、長大橋には適しており、この面では日本は先進国である。トラス橋は、軸力が卓越する構造で、引張材にプレストレスを導入すれば、コンクリートには有利である。安家川橋梁は、オートクレーブ養生で製作された 800 kg/cm³ の高強度コンクリートのプレキャスト材を用い、地上でパネル組立てを行い、架設されている。Rip 橋は、一見アーチ橋に見えるトラス橋で、中央径間は 182.9 m である。Bubiyan 橋は、橋軸および直角方向ともトラス構造で構成され、かつ橋軸方向はアウトケーブルで緊張されている。

アーチ橋は、荷重をアーチアクションによりアーチリブに圧縮力として作用させる構造で、元来コンクリートに適した構造形式である。この形式は、施工法に特徴があり、斜材でアーチ部材を吊り出しながら張り出していく方法、トラスを構成しながら施工する方法、鋼と合成しながら鋼部材を支保工代りに用いていく方法など従来のコンクリート橋の架設工法を集大成したものといえる。昨年竣工の別府明礬橋は、支間を 235 m と伸ばしたばかりでなく、観光名所の一翼を担っている。

◇巻 頭 言◇

その他の新しい形式としては、桁高を減少させる方法として誕生したプレビーム、バイプレ工法などが、中小支間で桁高制限のある場合の橋梁に役立っている。

このような主として欧米での新しい動きは、材料事情のほかに、社会資本整備が一段落して新設橋梁の数が減じ、残り少ない橋梁建設を楽しむ風潮が背景にあるにしても、その進取の気鋭に敬服せざるをえない。日本でもこれら PC 橋の建設には、技術的に十分に対応できるが、鋼材が安価な点、維持管理に問題点を残す構造の採用に慎重な点で、一步遅れているようである。今後は、問題点を解明しさらに新たな工夫を加え、日本独自の新形式の PC 橋を官民一体となって構築するよう切望する次第である。