

PC 斜張橋の変遷

藤 井 学*

* Manabu Fujii

神戸大学工学部土木工学科助教授

1. まえがき

PC 桁橋においては、建設当時、世界最長の支間を有した、浜名大橋（支間 $l=240$ m, 日本道路公団）に代表されるように、日本の PC 技術は、世界の先端を行っていることが実証されていた。しかし、PC 斜張橋の長大化については、世界の動きに比べ、20 数年の遅れとなっていたが、最近、衝原大橋（支間 $l=86.3$ m, 近畿農政局）、呼子大橋（支間 $l=250$ m, 佐賀県）、新丹波大橋（支間, $l=110$ m, 京都府）、が相次いで建設されるに至り、日本においても、いよいよ、PC 斜張橋長大化の時代を迎えようとしている。

ここでは、内外の代表的な PC 斜張橋を数例紹介し、その変遷について述べるものとする。

2. 外国の PC 斜張橋

“桁をタワーから斜めに吊る”という斜張橋の発想は、非常に古くより存在していたものと思われる。PC は約 100 年の歴史を有するが、1925 年に世界最初の PC 斜張橋である Tempul 橋が建設された。

Tempul 橋はスペインに建設された水路橋であり、支間 $l=60.3$ m を両側より 1 本のケーブルで吊り、桁高 $H=2.1$ m の主桁で渡っている。ケーブルの張力導入は、タワー頂部に設置されたサドルを水圧ジャッキで調整することにより行われている。

Tempul 橋の建設以後、第 2 次世界大戦をはきんで、約 30 年間の空白期間の後、1957 年にアメリカで、支間 $l=51.9$ m の Benton City 橋、1962 年にベネズエラで、Maracaibo 橋（図—1）が建設された。

Maracaibo 橋は、マラカイボ湖を横断する全長 8.7 km の PC 橋で、航路部分が 5 基のタワーからなる支間 $l=235$ m の PC 斜張橋となっている。設計者は R. Morandi で、その特徴的な A 形タワーと V 形橋脚を有している。タワーより左右 1 本のケーブルで、中央の吊桁（46 m）を吊っており、桁高は $H=5.0$ m となっている。ケーブルは、ロックドコイルを使用し、その張力導入は、タワー頂部に鋼製サドルを設け、桁側より行っている。

このように、初期の PC 斜張橋は、主径間を少数のケーブルで吊り、ケーブル吊点間隔が 30~60 m と広く、主桁が大きな曲げ剛性を有していた。

1970 年代には、20 数橋の PC 斜張橋が完成するなど、盛んに建設されるようになり、その建設も広く各国へと広がっている¹⁾。

1973 年に、オランダに建設された Tiel 橋（写真—1）は、Waal 河を横断する全長 1.4 km の PC 橋で、主径間は航路幅 260 m を確保するため、支間 $l=267$ m とな

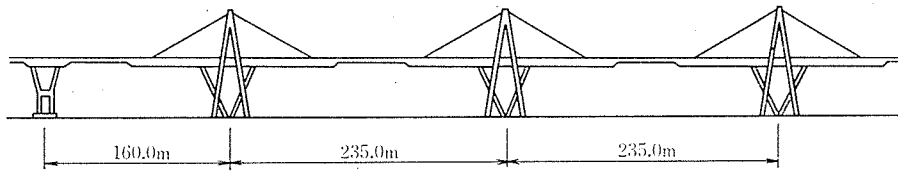


図-1 Maracaibo 橋

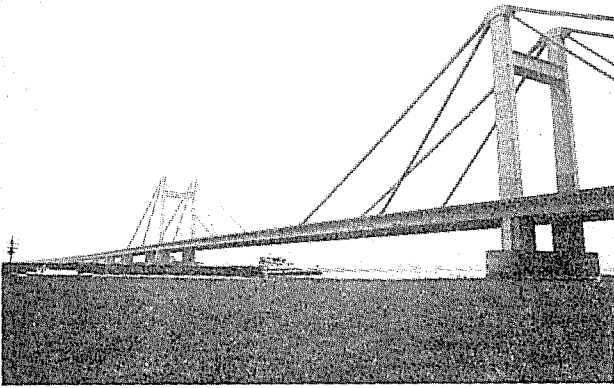


写真-1 Tiel 橋

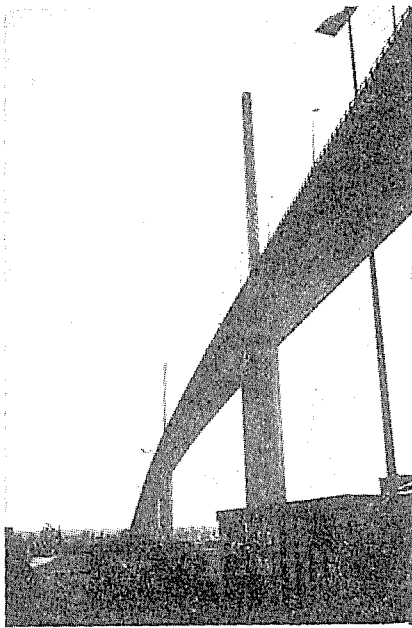


写真-2 Brotonne 橋

っている。中央部 65 m の吊桁（軽量コンクリート $\sigma_{ck} = 460 \text{ kg/cm}^2$ ）を左右 2 本のコンクリートスティで支えている。

1977 年には、フランスのセヌ河にかかる、全長 1.3 km の Brotonne 橋（写真-2）が建設された。桁高 $H = 3.8 \text{ m}$ の 1 室箱桁で、中央支間 $l = 320 \text{ m}$ を左右各々 21 本のケーブルで吊る本格的なマルチケーブルタイプである。独立 1 本タワーで、主桁の中央分離帯部に 1 面吊りされており、主桁は吊点でトラス構造となっている。ケーブルには、15.2 mm のストランドをケーブル当り 39~60 本配置している。

1979 年に完成した Ganter 橋（写真-3）は、南スイスの Brig の東南約 10 km に位置し、ガンター溪谷を横断する全長 700 m の橋梁である。中央支間 $l = 174 \text{ m}$ を帆

形の PC 部材で吊っており、 $R = 200 \text{ m}$ の S 字形の平面曲線と相まって独特な橋梁となっている。橋梁全体の剛性増加、ケーブルへの衝撃緩和、防食効果を考慮し、PC 部材を採用している。

現在、鋼橋を含め、斜張橋としては、最長支間を有する Luna 橋（写真-4）が 1984 年にスペインで完成した。スペイン北西部の人造湖（ルナ湖）を跨ぐ形で建設された支間 $l = 440 \text{ m}$ の橋梁である。桁高 $H = 2.5 \text{ m}$ の 3 室箱桁の主桁断面で、中央支間 $l = 440 \text{ m}$ を H 形のタワーより、左右に各々 34 本のケーブルで吊っている。ケーブルは 15.2 mm のストランドで、最大 81 本のス

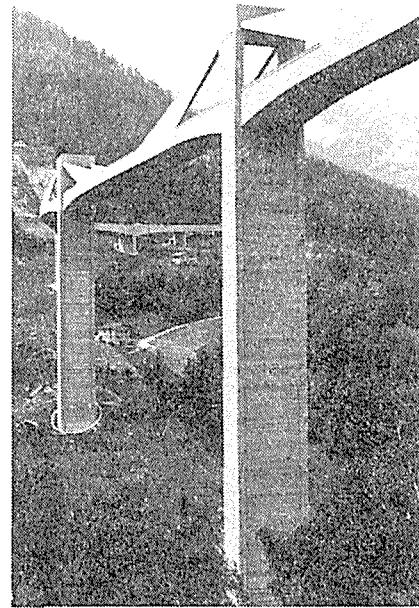
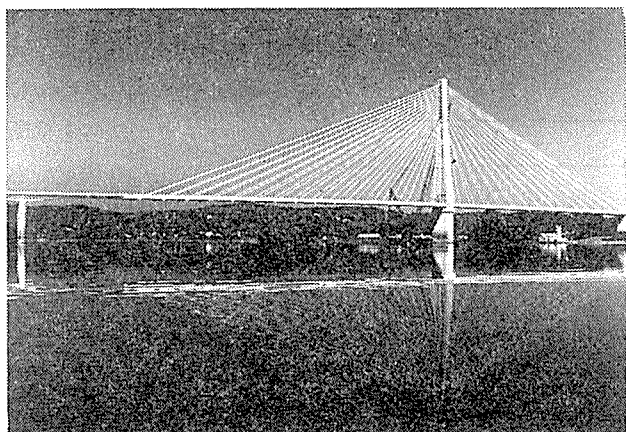


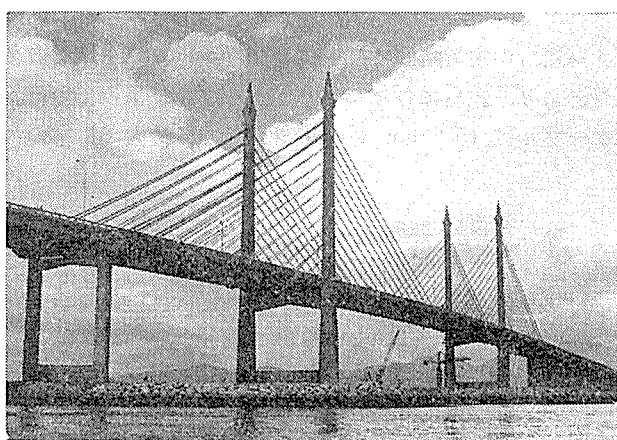
写真-3 Ganter 橋



写真-4 Luna 橋



写真—5 East-Huntington 橋



写真—6 Penang 橋



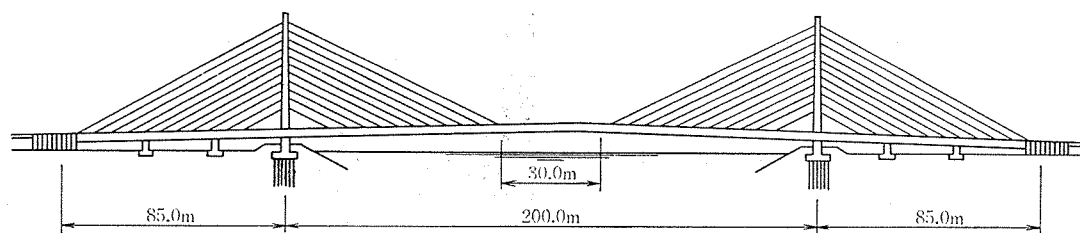
写真—7 Flößer 橋

トランドを使用している。側径間が短く、カウンターウェイト構造となっており、中央にヒンジを設けている。正式名称は設計者の名をとり、Ingeniero Carlos Fernández Casado 橋と名付けられている。

1985年に完成した East-Huntington 橋(写真—5)はアメリカの West Virginia 州の Huntington 市でオハイオ河に架けられた橋長約 600 m の PC 斜張橋である。もともと鋼斜張橋で計画・設計され、橋脚まで施工済みであったが、上部工の発注が遅れ、工事が中断されていた。代案を含む競争入札の結果、PC 斜張橋に変更されたものである。そのため、主桁断面は、 $\sigma_{28}=560 \text{ kg/cm}^2$ と高強度コンクリートを使用し、横桁は重量軽減のため、鋼桁を使用した合成断面としている。支間 $l=274.32 \text{ m}$ に対し、桁高 $H=1.524 \text{ m}$ と極めて低く、高さ約 90 m の逆 Y 形の PC タワーより、16 本の HiAm ケーブルで扁平な主桁を吊っている。なお、本橋の設計は、1978 年完成の Pasco-Kennewick 橋 ($l=299 \text{ m}$) と同一の設計者によるものであり、その経験とその後の技術的発展を踏まえており、タワー内部に点検用のエレベーターを設置するなど各所に工夫のあとがみられる。

Penang 橋(写真—6)は 1985 年に完成したマレーシア本土とペナン島を結ぶ、全長 8.5 km の橋梁で、そのうち、440 m が PC 斜張橋である。この工事の国際入札に対し、日本からも多くの建設業者と商社がグループを組み応札したが、韓国の建設業者が落札したものである。タワーは独立 2 本柱形で、塔頂部には、装飾が施されている。支間 $l=225 \text{ m}$ に対し、左右に各々 12 本のケーブルをハープ状に配置して、桁高 $H=1.7 \text{ m}$ の主桁を吊っている。ケーブルには、 $\phi 32 \text{ mm}$ および $\phi 36 \text{ mm}$ のゲビンデスターブを 1 ケーブル当たり 10 本使用している。

Flößer 橋(写真—7)は、1986年に完成した西ドイツの Frankfurt 市内を流れるメイン川に架けられた橋長 221 m の橋梁である。中央支間 $l=106.5 \text{ m}$ は、斜張橋と桁橋から成っており、斜張橋部は桁高 $H=2.25 \text{ m}$ 、桁橋部は $H_{\max}=5.2 \text{ m}$ である。タワーは独立 2 本柱形で主桁と剛結されている。マルチケーブルタイプに対し、1 段のコンクリートステイを用いているのを特徴と



図—2 上海沅港大橋

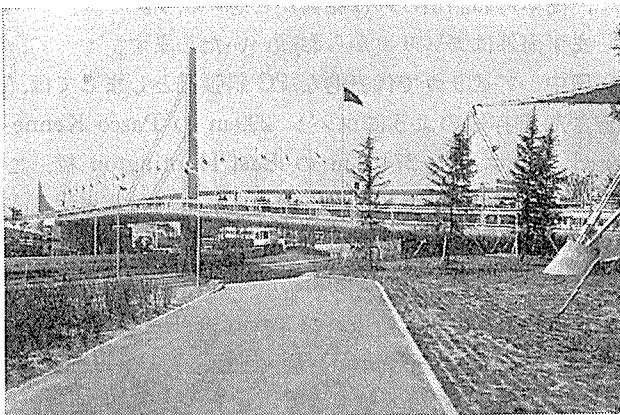
している。この架設においては、斜張橋部、桁橋部とも、架設用タワー、架設用ケーブル（ゲビンDESTAープを使用）を用いての張出し架設をしたのが特徴とされる。

中国においても、10 数橋の PC 斜張橋が建設されていると思われる。その中で、上海泖港大橋（図—2）は、上海市街から南西約 30 km にあり、上海市内を流れる黄浦江支流に架けられた橋長 370 m の橋梁（1981 年完成）である。支間 $l=200$ m に対し、左右に各々 11 本のケーブルをハープ状に配置し、 $H=2.2$ m の主桁を吊っている。タワーは 2 本の柱を 4 組の交差斜材で継いでおり、独特な形状となっている。その後、済南黄河大橋（ $l=220$ m）、天津新永定河橋（ $l=260$ m）が建設されるなど長大化が著しい。

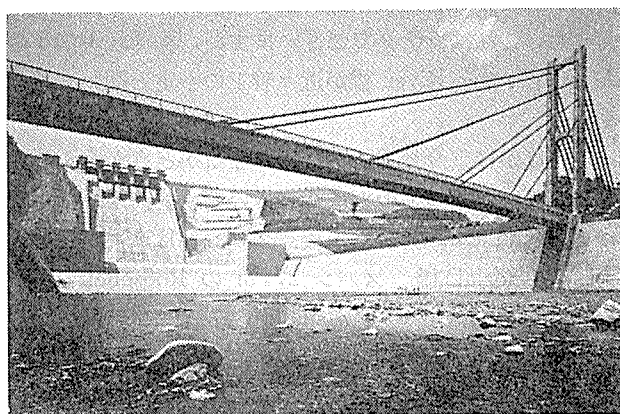
ほかにも、アルゼンチン、メキシコ等に建設されており、PC 斜張橋は世界各国に広がっていく傾向にある。

3. 我が国の PC 斜張橋

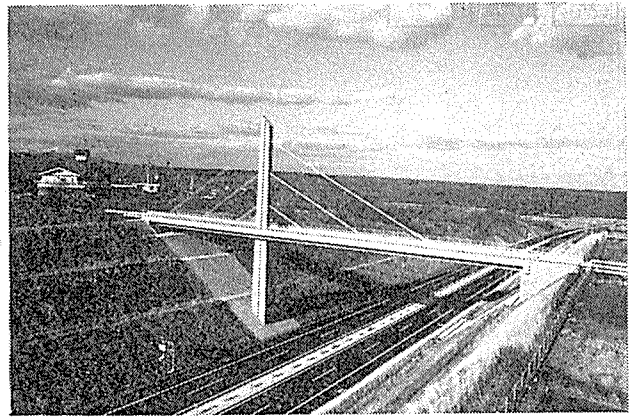
日本での PC 斜張橋は、1963 年に完成した島田橋（ $l=39.7$ m）に始まり、1969 年に万博東口歩道橋（写真—8）が完成している。万博東口歩道橋は、万国博覧会場の東口ゲートに架けられた、支間 $l=37.8$ m の 2 径間 PC 斜張橋である。橋梁全体のプロポーシオン、主桁の



写真—8 万博東口歩道橋



写真—9 松ヶ山橋



写真—10 錦岡 3 号橋

断面形状、橋脚形状等には、建設学的観点からの配慮がなされている。ケーブルは、2 段でハープ状に張られており、12.4 mm のストランドを 4 本使用し、ステンレス管で防護されている。

1978 年に、神奈川県三保ダムの洪水吐の下流にかかる管理用道路の一部を成している支間 $l=96.0$ m の松ヶ山橋（写真—9）が完成した。我が国で初めての 100 m 近い PC 斜張橋の誕生となった。桁高 $H=1.8$ m の主桁を 4 本のケーブルで吊っており、ケーブルには、 $\phi 32$ mm の PC 鋼棒を最大 8 本使用している。

1982 年には、北海道の道央自動車道を跨ぐ橋長 82.5 m の錦岡 3 号橋（写真—10）が完成した。市道の幅員構成（6.0 m + 3.0 m）から、独立 1 本柱のタワーでありながら、非対称断面となっている。支間 $l=52.0$ m に対し、桁高 $H=1.3$ m の主桁を 3 本のハープ状に配置されたケーブルで吊っている。ケーブルには、15.2 mm のストランドを最大 27 本使用している。

4. あとがき

錦岡 3 号橋の建設以後、数橋の PC 斜張橋が完成しているが、前述したように、本格的な PC 斜張橋も建設され始めている。他にも数橋の計画がされているが、これはごく最近のことであり、今後の発展が大いに期待される場所である。なお、本稿では、内外の代表的 PC 斜張橋の写真を主体とした羅列的記述に終わったが、詳しくは別稿²⁾をご覧いただきたい。

最後に、本文をまとめるにあたり、住友建設（株）板井栄次氏に多大の協力を得た。また参考にさせていただいた多くの文献の著者に深く謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) コンクリート斜張橋委員会：“コンクリート斜張橋の設計の手引き”；資料；“コンクリート斜張橋の実績調査と橋梁台帳”，（社）建設コンサルタンツ協会近畿支部，昭和 59 年 3 月
- 2) 藤井 学：“PC 斜張橋の設計・施工最近の動向”，橋梁，Vol. 23, No. 1, 1987.1（掲載予定）