

日本で最初のプレストレストコンクリート道路橋長生橋について*

A Study on Japan's First Prestressed Concrete Road Bridge—Chousei Bridge—

奥田 由法**2, 西垣義彦**3, 松本一昭**3, 鳥居和之**4

By Yoshinori OKUDA, Yoshihiko NISHIGAKI
Kazuaki MATSUMOTO, Kazuyuki TORII

概 要

日本列島のほぼ中央に、日本海に突き出たのが能登半島である。その付け根に位置する石川県七尾市の市街地を流れる御祓川（みそぎがわ）に、日本で最初のプレストレストコンクリート（以下、PC と呼ぶ）道路橋である長生橋が1952（昭和27）年2月に架設された（写真-1）。施工は、現(株)ピーエス三菱の前身である東日本重工業七尾造船所である。戦後の混乱期に一地方の造船所が企業存続の策として PC の技術を事業化する過程でこの橋が誕生したことを紹介する。

1. はじめに

PC の我が国への導入は、Freyssinet が1928（昭和3）年に特許出願したのが最初で、1939（昭和14）年に福井高専（現福井大学）の吉田宏彦教授が Hoyer 著の「Stahlsaitenbeton」〈シュタールザイテンベトン＝鋼弦コンクリートと直訳〉を紹介したのが始まりとされている。

2. 誕生の背景¹⁾²⁾

第二次世界大戦前は、国鉄（現在の JR）の鉄道技術研究所等において仁杉巖氏らにより PC の研究が進められており、小規模のプレテンション方式のアバットを使用した梁が試験的に製作されていた。戦後は戦災復興のための木材資源の不足を見越して木製枕木から鉄筋コンクリートマクラギ、さらには PC マクラギへの転換が求められおり、技術研究所では既に PC マクラギの実用化に目途を付け、量産体制を模索していた。

一方、戦後のいわゆる財閥解体によって3社に分割された三菱重工業の一社、東日本重工業（株）の七尾造船所では本業の造船受注が少なく、その不足を補うため集魚灯、農機具など様々なものを製造して糊口をしのいでいた。レールのふく進を防ぐための軌条用匍進止め（アンチクリーパ）（写真-2）もその一つである。これを製造し国鉄に納入していたが、七尾造船所長上村義明氏が枕木の PC 化の動向を知り、前述の Hoyer 著の原書を手し、職員に PC の研究を始めさせたことが造船屋から PC 屋への転換のきっかけとなったのである。

その背景には当時、東日本重工業本社では経営合理化計画が水面下で進んでおり、早晩七尾造船所は閉鎖されることを知っていた上村所長が、来たるべくその時に備え、従業員の生活を守るため PC という未知の分野への転換を決断せざるを得ない状況もあったと聞く。1950（昭和25）年の夏のことである。



写真-1 完成当時の長生橋（原板：文献-1）



写真-2 木製マクラギ用アンチクリーパ（引用：文献-3）

* keyword：長生橋，復元，PC，七尾市

**2 博士（工学）アルスコンサルティング㈱
〒921-8805 石川県野々市町稲荷2-277

**3 ㈱ピーエス三菱

**4 正会員 工博 金沢大学理工研究域教授

3. PC 技術の実用化と長生橋の誕生¹²⁾

1951 (昭和26) 年に入ると設備機械の開発と並行してマクラギを始めとした PC 製品が次々と生まれてきた。ちょうどその頃、七尾市では御祓川に架かる長生橋の架け替えを計画していたが、海水の逆流による干満差の影響を避けるため、出来るだけ桁下空間の取れる形式の橋を求めている。この要求に桁高を低くできる PC の技術が結びついたのは自然の流れであったと思われる。加えて、閉鎖の危機に瀕している地元の工場を応援した七尾市の働きかけも長生橋誕生の大きな後押しになった。

4. 創意工夫の桁製作¹³⁾

その当時、PC を知っている者はごく一部の専門土木技術者だけで、造船技術者が PC の技術を習得するには多くの苦労があったようである。一番目の課題は、高強度のコンクリート (設計基準強度 $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$) の製造方法であり、二番目はプレストレスの導入方法であった。しかしながら、もともと船を作るという優れた技術を持っていた集団だったので、PC の研究に要する設備や機械器具の製造は、ほとんど造船所の自家製で賄うことができたという。

まず、製造設備では、写真-3に示すような温水養生が可能な「鋼製箱型アバット」の考案である。そのアバットで、水セメント比 (W/C) 30% という当時としては超固練りのコンクリートを締め固めるために、リベット打ち機を改良したパイブレーターを用いたという。

そして、PC にとって最も重要なプレストレスを確実に与えるための PC 鋼線の緊張装置として、写真-4に示すような「重錘型緊張機」を作り出した。原理は昔の棹秤の応用である。図-1に示すように、必要な緊張力を予め重りの重量に換算して天秤に乗せておき、モーターで巻き取られたロッドの引張り力と重りの重量が釣り合った瞬間に天秤が上に跳ね上がり止まる、という槌子の原理を巧みに利用して考案したものである。1965 (昭和40) 年代の初めまで現役であったという。

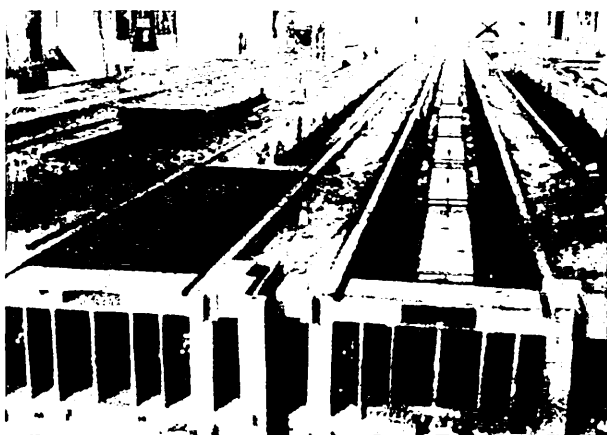


写真-3 鋼製アバット (原板: 文献-1)



写真-4 重錘型緊張機 (改良型) (撮影: 奥田 2002)

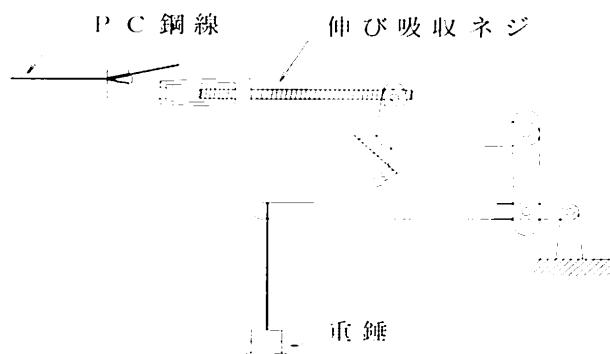


図-1 重錘型緊張機 (改良型) の仕組み (作成: 奥田)

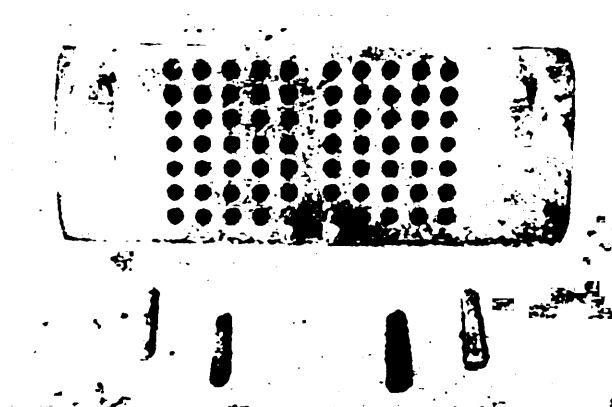


写真-6 丸形チャックとコッター (原板: 文献-1)

また、重錘型緊張機で引張った PC 鋼線を鋼製アバットの背面で確実に固定するために不可欠な定着装置の定着具 (「丸形チャック」、「コッター」と呼んだ) (写真-6) も考案した。

加えて、その定着装置と鋼製アバットの間に挿入してプレストレスを導入するための「初応力導入装置」 (写真-7~写真-9) など、すべて職員の創意工夫による自主製作であった。

中でも興味深いのは、ターンバックルの引張り調整の原理を応用した「初応力導入装置」の仕組みである。写真-7に示すように、対象に向かい合った2個ひと組の「コの字形」の鉄枠の中には、上端と下端にくさび形の治具（「導入駒」と呼んでいた）が向かい合わせに入っており、それぞれ正ネジと逆ネジが切られた1本のシャフトでつながれている（写真-8）。シャフト上端の外に飛び出た四角に加工された部分（写真-9）にハンドルを差し込んでこのシャフトを右回転させると、上の駒は上方に上がり、下の駒は下方に下がり、その結果導入装置本体がネジシャフトの中心に向かって両側から擦り寄って閉じることになる。左回転させた場合は、その逆で上の駒が下方に下がり、下の駒が上方に上がることで、導入装置本体は外側へ押し出される形で開くことになる。



写真-8 初応力導入装置の中の駒とネジシャフト
（撮影：奥田 2002）



写真-9 初応力導入装置の上端のハンドル差し込み部
（撮影：奥田 2002）



写真-7 初応力導入装置の外観（撮影：奥田 2002）

この装置を、前述の鋼製型枠と定着装置の間に開いた状態で設置する。

コンクリートが硬化し所定の強度に達した後、この装置を作動（右回転）させると導入装置が閉じ、鋼製型枠と定着装置の間に隙間が出来ることで、引張られていたPC 鋼線が緩み、コンクリートにはプレストレスが導入されるのである。初応力導入装置は、スプリング方式など他にも考案されていたがこの仕組みが最も確実性があったという。

また、技術的課題の克服にはコンクリートの権威である吉田徳次郎博士はじめ、吉田宏彦博士（前述）、永井時一博士（金沢大学）、猪俣俊司博士（国鉄技術研究所）ら多くの研究者の技術指導があり、当時の造船所では唯一の土木屋だった洞庭謙氏（金沢高等工業学校土木工学科1927（昭和2）年卒）がその窓口となって所員の指導に当たった。

かくして、コンクリートに関してはまったくの門外漢である造船技術屋らが、大学教授やコンクリートの専門家のアドバイスを受けながら、前述の Hoyer 著、「Stahlsaitenbeton」を基に勉強を始めてから、わずか1年あまりで PC 道路橋の実用化へこぎつけたのであった。

5. 長生橋の概要^{1),2)}

長生橋は、写真-1、図-2に示すように橋長11.6m、幅員6.8mの3径間となっている。技術的には1径間でも大丈夫だという自信は充分にあったが、最初の橋ということで大事をとったらしい。

長生橋のもう一つの特徴は高欄の形状である。東柱を結ぶ貫板は半円を描く薄いコンクリート製であるが、これもPC製品である。弾力性に富んだPCの優秀な技術を見せるためにわざわざ厚さ5mm、幅150mmの薄いPC板を作り、これを2枚重ねて使用し、さらに半円を描くようにアーチ状に曲げて取り付けられたものである。

写真-10は、移設復元時の貫板の製作状況である。厚さ5mmのPC板を半円状に曲げ加工する方法は、当時、長生橋の製造に携わっていた米田茂信氏からアドバイスを受けて復元製作し、移設した橋に取り付けた（写真-11）。

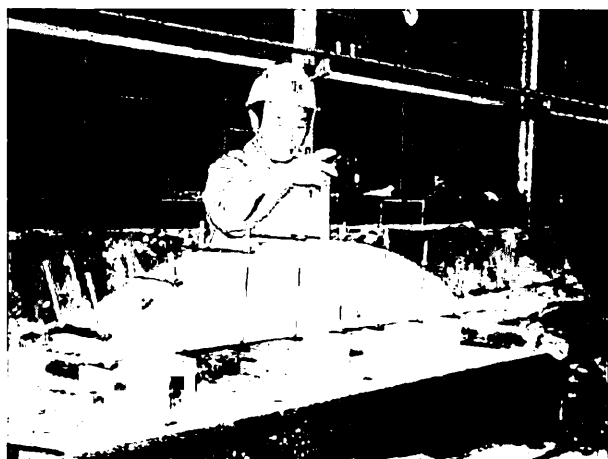


写真-10 アーチ状PC貫板の復元製作
(撮影：奥田 2002)



写真-11 PC貫板の取り付け（撮影：奥田 2002）

本橋は、御祓川の河川整備事業にともなう架け替えのため、やむなく2001（平成13）年9月に撤去され、七尾市郊外の「希望の丘公園」に移設された。幅員こそ建設当初から1mほど狭くなったが、ほぼ当時に近い形で復元されている（写真-12）。

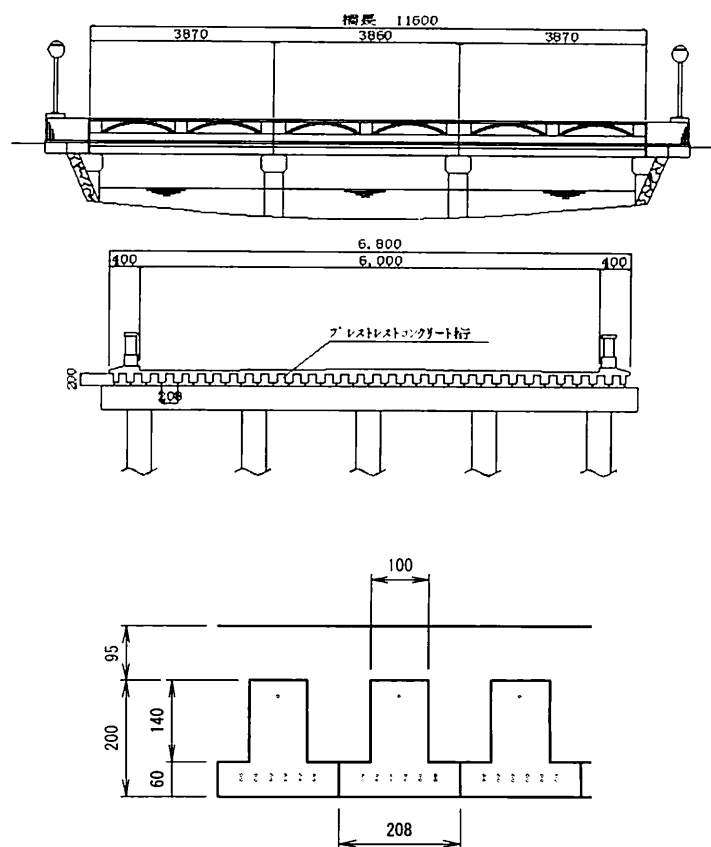


図-2 建設当初の長生橋（作成：奥田）

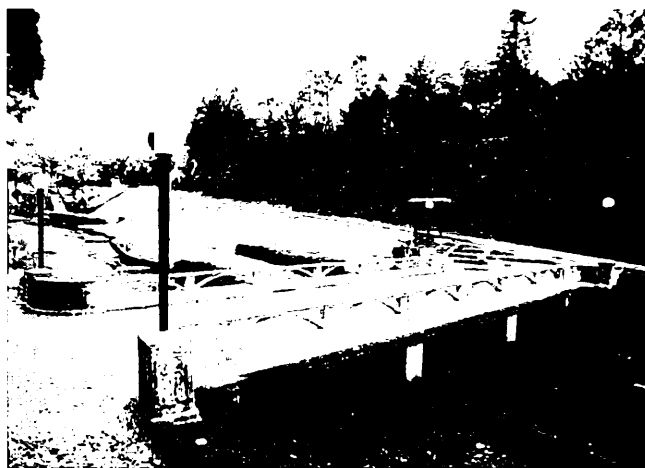


写真-12 移設復元された長生橋（撮影：奥田 2002）

参考文献

- 1) ㈱ピーエス三菱：ピーエス50年史，2002年3月
- 2) 奥田由法：長生橋物語，2002年3月
- 3) ウィキペディア検索百科事典，保線ウィキ