

PC 橋 誕 生 記

後 藤 武 雄*
 三 浦 良 秋**
 斉 藤 雄 三***

1. ま え が き

長生橋といえば加賀の銘菓「長生殿」、さらには「百万石」、「柴舟」、「千歳」などと連想される甘党の方もおいでと思うが、これは石川県七尾市内を流れる御抜川にかかっている橋である。

また御年輩のPC技術者の中には日本最古のPC橋かと当時を懐しく思い起される方々もおありかと思うが、あの辺鄙な能登半島の一角にPC橋ができた所以やPC技術に関するよもやま話をこの橋の設計を担当し、施工主任であった洞庭 謙氏の手記を交えて述べてみたい。

2. 長生橋に想う

この橋は、昭和27年(1952年)春造船関係の会社から設備機械従業員いっさいをそのまま継承して創立した会社により施工されたものである。

そもそも戦時中軍国日本政府の至上命令により裏日本に進出した三菱重工は、終戦と同時に社の既定方針どお

り他の疎開工場とともにたまたま建設途上の七尾造船所は閉鎖整理の対象となっていた。しかし石川県側を初めとし、地元出身の代議士の方々や七尾市および一般市民達の切実な陳情についほだされ存続することとなり、造船所の建設を続行し、それが完成の暁には石川県下唯一の鉄鋼船造船所として、タイ国向けの輸出船を送り出した記録がある。

しかし戦後は物資の不足、朝鮮動乱、裏日本の浮遊機雷等の危険性も加わり、ふな足はとみに衰え、採算割れの状態から何とかこれに替るべき企業の存立が期待されていたのである。遂にその機会が訪れた。

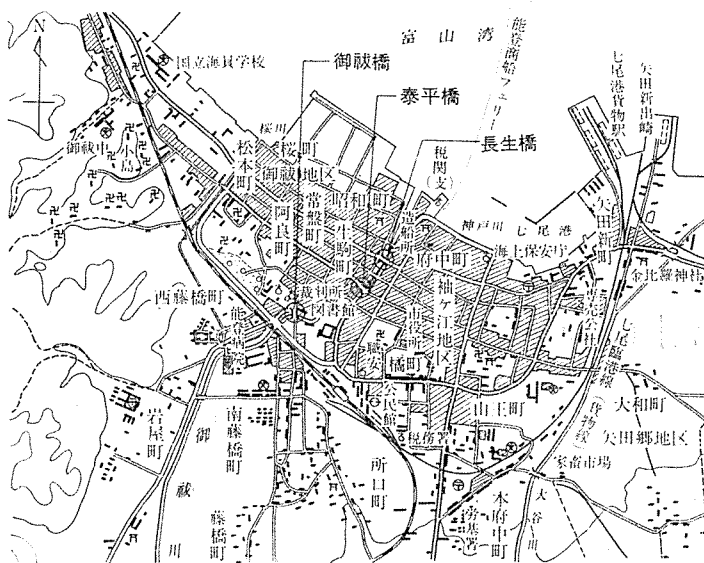
これがプレストレスト コンクリートの会社が日本に誕生したきっ掛けであった。

もちろん三菱重工下にあつて、昭和25年頃からプレストレスト コンクリートに関しての社内研究は行われてはいた。しかし、造船所の仕組みは大きく分けて造船部門と造機部門から成り、造船には鉄工、木工、綱具、扛重等が、造機には鋳造、製缶、機械、仕上げ等のあらゆる職種が揃っているの、新規事業を始めるにあたり自ら造って試してみることはお手のものであった。こうした環境が当時として画期的だったプレストレスト コンクリート事業の導入にあたっては非常に幸いであったといえる。

こうして考えられたプレストレスト コンクリート(PC)製品の製造設備は、スチールアバットと称する鋼板溶接構造によるもので、まさに造船屋の所産といった感があった。

緊張機といい、載荷試験装置、バッチャープラント、オイルジャッキその他もろもろの必要なものはすべて自ら設計し、自ら製作されたものであった。

いまでいうPC鋼線は当時ピアノ線または硬鋼線と称するものが使用され、生産量も少なく非常に高価なものであった。戦時中ピアノ線類は主にばね用として兵器専用振り当てられ、民間向けにはもちろんのこと、官衛学校向けのPC研究用



図一 七尾市街図(初期PC橋位置図)

* ビー・エス・コンクリート株式会社 生産本部長付
 ** 同 七尾工場 製造課長
 *** 同 技術部

でき辛じて配給して貰っている程度だったと聞いている。ここにも日本のPC事業が遅れた所以があったのである。

話は横道に外れたが本題にもどすことにする。長生橋は写真-1, 2でもわかるように、橋長11.6m, 有効幅員6mの3径間プレテンション方式の逆T型のPC桁を用いた中埋め式の合成床版型である。これくらいの長さを何故1スパンで飛ばさなかったかと疑問に思われるであろうが、この橋は七尾湾の入口にあって、満潮時には海水が逆流する位置にあり、はしけが橋の下を通ることもあり、できるだけ桁高を低く抑えたい理由もあったのであろう。

受注時のエピソードを申し述べると、当時七尾市としてPC橋を全国に先がけて採用することは相当勇断だったに違いない。地元業者の育成とはいいいながら万が一PC橋なるものが破壊し、落橋でもしたらと不安であったであろう。しかし、当時の七尾市長神野亮二氏とピー・エス・コンクリート社創設当時の貢献者である上村義明氏(元七尾造船所長)とはともに日本郵船出身ということから話の決着も早く、もしこの橋が落るようなことがあったら金の橋にでも架け替えるからということで、絶対的な信頼感の中に成立をみたしている。

どうせ作るのならオールPCということで、橋桁の他に笠木と貫板までPC製品で組立てられたのである。特に貫板では平らに造ったPC版をわん曲させて取付けたのである。このわん曲版は長い間欧州に留学された福井大学の吉田宏彦先生のアイデアにヒントを得たものである(写真-3(a)参照)。

長生橋も誕生して今年で24年目である。当時一等橋13t荷重の設計だったが、現在の20t荷重への格上げにもめげずよく耐え忍び、いまなお健在である。しかし昨年には衣替えというか高欄はブロック塀のようにベタ打ちされた(写真-3(b)参照)。いささか色気のなさに失念の感なきにしもあらずであるが、防音のための、かあ

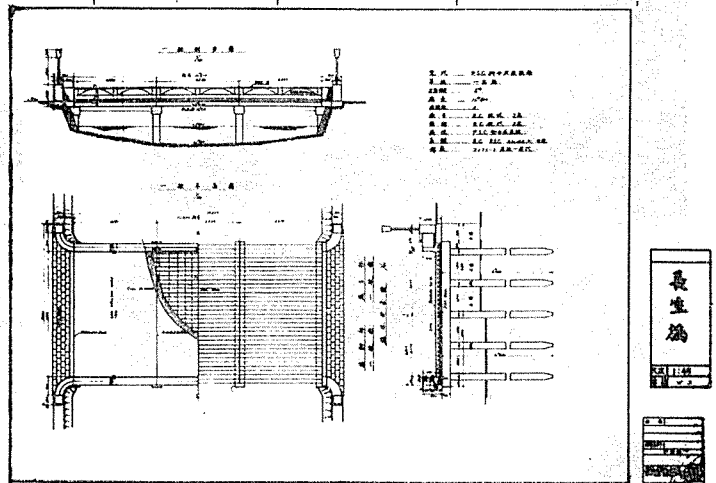
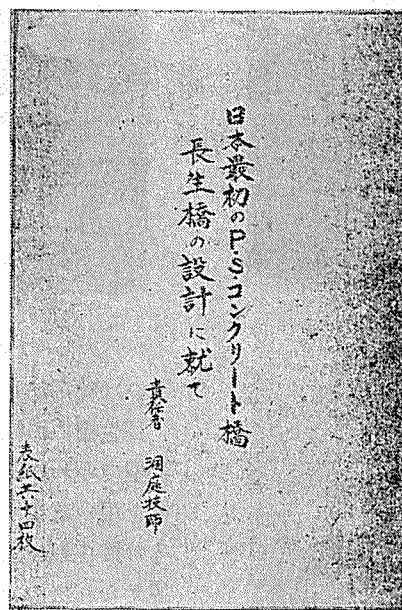
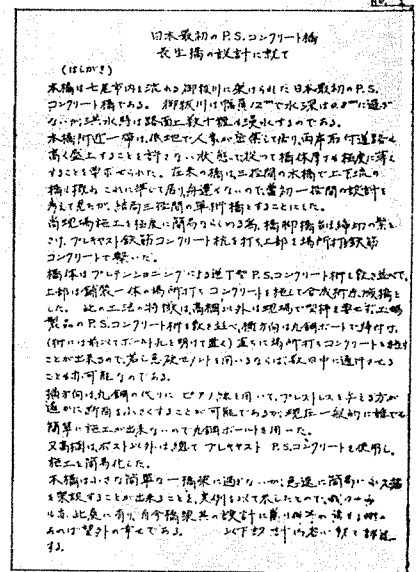


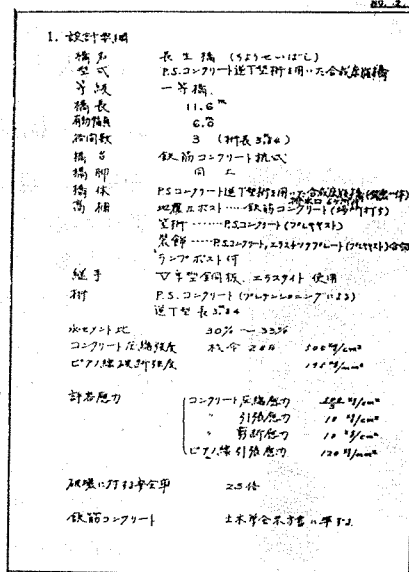
写真-1 長生橋一般図



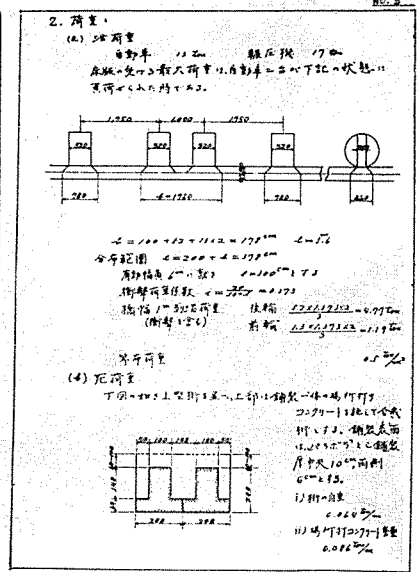
(a)



(b)

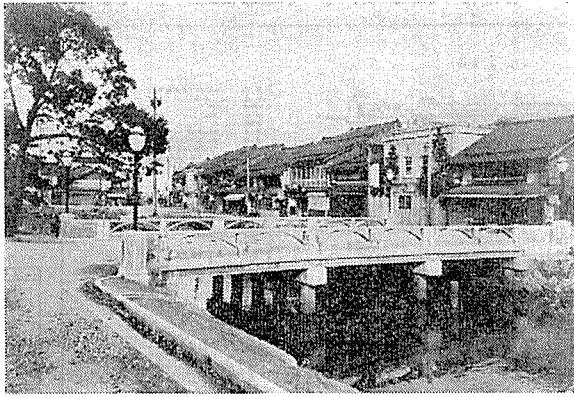


(c)

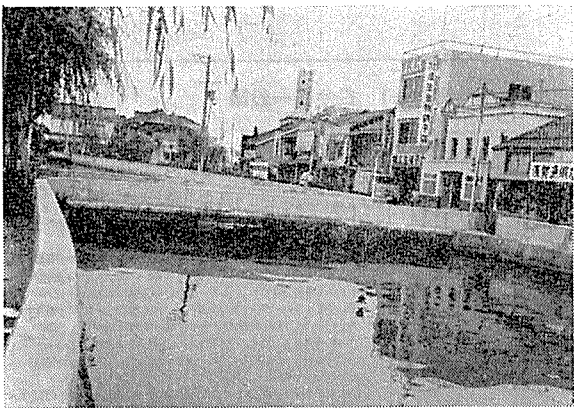


(d)

写真-2 長生橋設計計算書の抜萃

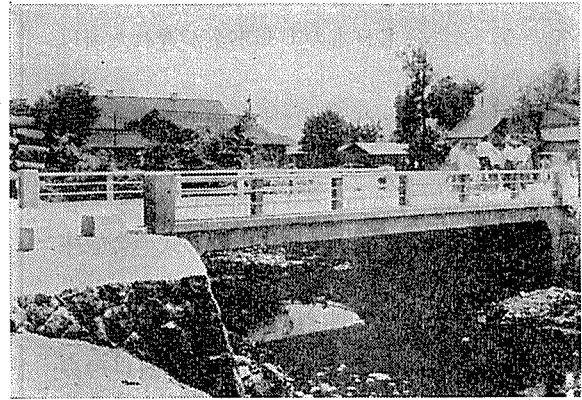


a) 竣工当時

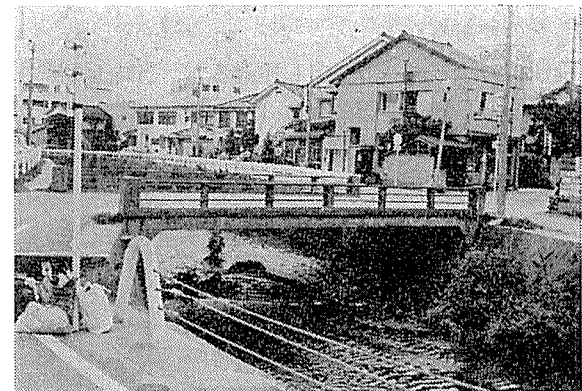


b) 現在

写真-3 長生橋全景

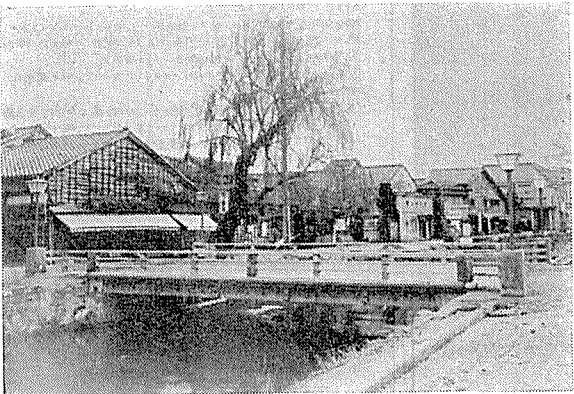


a) 竣工当時

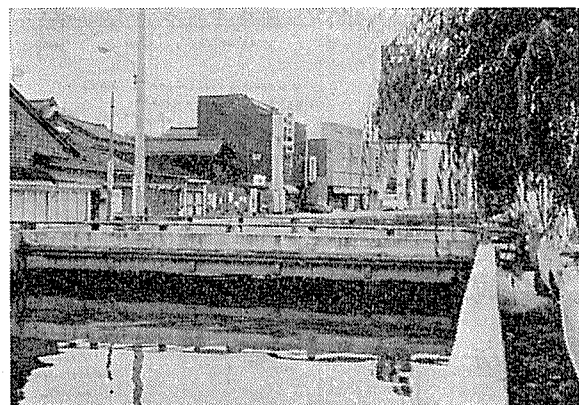


b) 現在

写真-5 御抜橋全景



a) 竣工当時



b) 現在

写真-4 泰平橋全景

るいは繫舟防止のためなのかもしれない。

長生橋に引続いて直ぐその上流には、JIS 5316 の前身型でいわゆる桁橋用 P C 橋桁と称する T 型断面の P C 桁を用いた泰平橋が昭和 27 年 11 月に竣工している。その後さらに上流には P C ラーメン方式の御抜橋が架け替えられたのである（写真-4、5 参照）。

七尾市内の御抜川に各種形式の P C 橋が次々と架け替えられ、このため交通不便な能登の一小都市七尾に足を運ばれた大学の先生や諸官庁の方々は数知れない。

3. P C 橋第 1 号誕生記

一洞庭 謙(現ジャパンコンサルタント社長)氏の手記—
夢の実現には楽しみと苦しみが同居する。連帯感に結ばれた夢多きグループの努力はいつしかは大きな夢のプロジェクトを完成する。

私が奇しくも囑託としてわが国最初の P C 道路橋「長生橋」の設計を担当することになったのが昭和 26 年の昔で、竣工したのが昭和 27 年 3 月、土木学会誌に発表したのが 9 月である。

七尾市内の小川に架設する幅員 6 m、支間わずか 3.84 m 3 径間のちっぽけな橋になぜ当時大さわざをしたのであろうか。私はいまでも当時の感激は忘れられない。

戦後疲弊のどん底にあり、建設技術も欧米の後塵を拝

し、P C技術は一部の学者、研究者の間で取組まれていただけで、文献もほとんど手に入らない時代に、現在のピー・エス・コンクリート株式会社七尾工場の前身であった東日本重工業株式会社七尾造船所で、上村義明所長（故人）を先頭に、所員一体となってプレストレストコンクリートの実用化というプロジェクトに取組み、数多くの試作品（機械、器具、部材等）を作り、実験を繰り返して、破壊試験を行う等日夜研究を積み重ねていた。“あそこの造船所は作ってはこわしているが何をやっているのだろう”と町ではささやかれていた。

そこに浮び上がったのが市内の長生橋の架橋であった。この橋の結果如何が以後のP C発展に大きな影響を及ぼすことを考えると緊張したのも当然であった。

いまでこそ簡単なことであるが、圧縮強度 500 kg/cm^2 のコンクリートを打ち、ストレスを導入定着等はもちろんそれに必要な機械器具一つに至るまで、船を専門とする造船所自ら開発、製作、実施したのである。私の感激したのはこの熱意である。そうしてP C技術こそわが国建設技術界に革命をもたらすものと信じ、P Cに魅せられたのである。

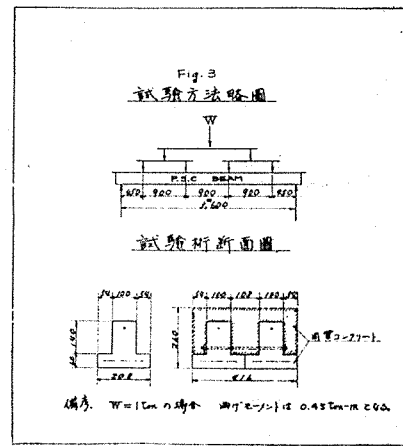
私は設計にあたり橋の形式、桁の断面等は幾つかの案を用意して討議に計った。そうして桁の断面は理想形から次第に単純化し、最後に多少不経済でももっとも簡単で造りやすい逆T型P C桁（プレテンション）とした。これを丸軟鋼ボルトで横締めし、これを横鉄筋の代用として兼ねさせ、桁間には間詰コンクリートを打って、いわゆる縦P C、横R Cの合成床版橋としたのである。これだと現場では足場も型枠もほとんど不要だからである。また横締めは原案として $\phi 5 \text{ mm}$ P C鋼線を用いてストレスを与える（ポストテンション）ことを考えたが、これも作業を簡易化するためボルトとしたのである。

実施に移るまでには初代ピー・エス・コンクリート会社社長になられた平山復二郎氏、顧問吉田徳次郎博士を初め官界、学界その他多数の権威者が次々来訪され、有益なアドバイスを頂くとともに様々な希望を承ることができた。これは如何に熱心に興味を持たれたかを示すものである。

最後に高欄に至るまですべてP Cの工場製品を組み立てることを考えたが、装飾を兼ねて工場で試作した厚さわずか 5 mm の薄い曲板をはめこむことにしたのは多少行き過ぎであった。

因に桁はもちろん合成効果を確かめるため実物破壊試験も行ったが、一応満足な結果を得た（内容省略、写真—6 参照）。

この直ぐ上流側に続いて今度は1 径間長 10.5 m のT



写真—6 長生橋試験計画書抜萃

型桁合成橋「泰平橋」の設計に取掛り、11月に橋は竣工したが、a) プレテンション桁で $\phi 5 \text{ mm}$ P C鋼線を使ったこと、b) $\phi 5 \text{ mm}$ P C鋼線2本ずつを使って横締めしたこと、c) 横桁は原案では3か所としたが初めての合成桁橋として特に安全度を高めるため、6か所も入れて格子桁としたこと等は以後例がないのではなかろうか。この橋は建設省の研究所に依頼して公開実物荷重試験を行い安全性を確認された。この実績結果は長生橋とともに JIS A 5313 や 5316 の成案に際し、大いに参考になったものと考えられる。

その後さらに上流に橋台一体の門型ラーメン橋「御抜橋」が造られ、一応3つの応用例が並ぶことになった。私はP C橋発祥の地七尾市にふさわしい記念橋と考え、

いまでも行くたびごとにこの古びた橋を眺め、幼稚ではあるが今日のP C発展の捨石として健在であることを喜んでいる。

—1975年10月記—

4. P C よもやま話

(1) ピアノ線の定着方法と緊張方法

ピアノ線を緊張する前にピアノ線をどうして定着するかが第一の問題であった。その当時また東日本重工(株)七尾工場で数人の人々が選ばれて、ピアノ線($\phi 1.6 \text{ mm}$)の定着方法と緊張方法に日夜研究試作を繰り返して行った。

定着する方法として初期は波型鉄板2枚でピアノ線を挟み、ボルトで締付けを行う方法(図—2②)であったが、定着は成功しなかった。その後 $10 \times 70 \times 400 \text{ (mm)}$ の角の鉄材の真中に孔をあけ、ピアノ線を通しボルト2個で締付け定着する方式(図—2③)を考えた。しかしその作業は大変に過大な時間がかかるので、実用的な方法として平型コッターによるくさび打止方式(図—2④)を考えた——後の東京駅ホーム桁緊張に採用した——。だが、平型コッターは磨滅度がはなはだしく、改良型と

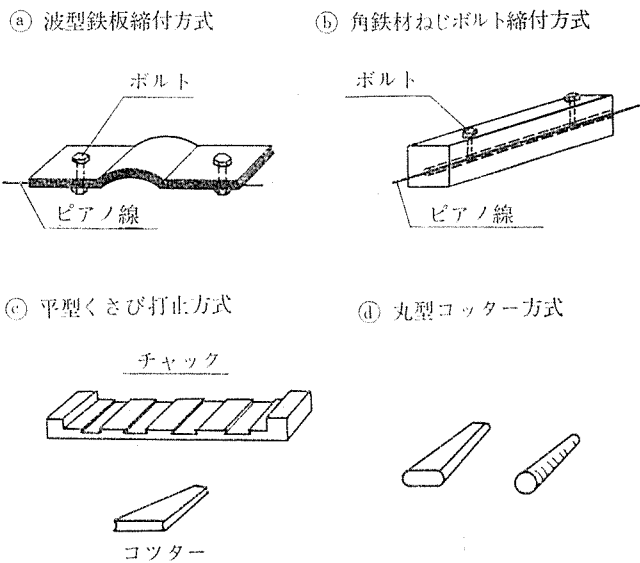
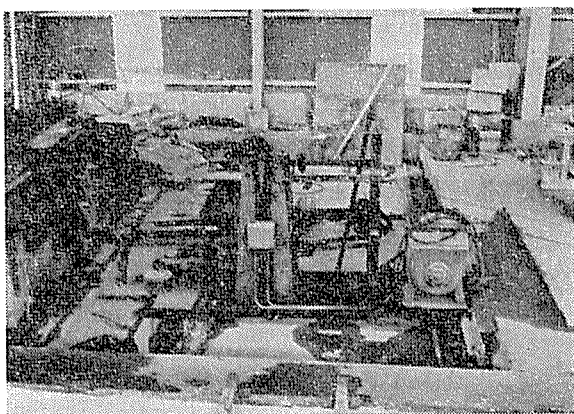


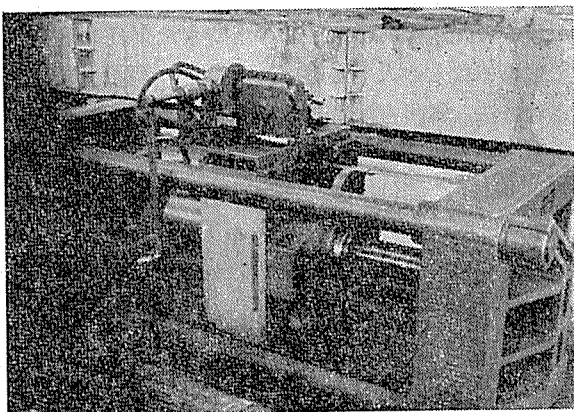
図-2 ピアノ線定着方式の変せん

して丸型コッター(図-2④)がφ2.9mmピアノ線定着として使用されるようになり、したがってピアノ線の定着と同時に緊張装置および方法を考案しなければならなかった。現在の油圧同時緊張を見るにつけて、当初の苦労がありありとうかがえる。

初期にはもちろん機械等はなく、最初はピアノ線を定



a) 改良型 重錘型緊張機



b) 同時緊張機
写真-7 緊張装置

着し、「重り」を人間が乗せて緊張を行ったが、昭和25年に大学の見学で示唆をうけて考えたのが挺子の原理を応用した重錘型であった。当初はモーター等はなく電気ランナーで緊張した。さらに改良型としてモーター等およびリミットスイッチを取付けた緊張機(写真-7)が完成し、当初のプレテンション用の迅速確実な緊張方法として広く利用された。

(2) PC製品の誕生

a) PC枕木 PC枕木の製作の発想は昭和25年頃からで、国鉄では枕木材の木材資源不足を感知し、鉄筋コンクリート枕木からさらにPC枕木に変わることを知り、PC枕木に関心を深めた。また国鉄ではPC枕木の実用化、さらに大量生産の体制を整えようとしていることを知り、また運輸省では昭和26年に「運輸省科学技術応用研究補助金」を「プレストレスト コンクリート マクラギおよび鉄道桁の研究」という名目で同年4月に東日本重工業(株)七尾工場に認許を与え、試作が始まった。この間国鉄鉄道技術研究所(当時芝浜松町)や総武線津田沼の国鉄PC枕木試作場の見学、さらに七尾工場での東京工大田辺平字、加藤六美、後藤一雄、佐藤三平の諸博士を含む建築、土木の諸教授および福井大学吉田宏彦博士により開催された夏期講習会等は大いに益するところがあった。PCの最初の製品はPC枕木が始りであったといってもいい過ぎではない(写真-8参照)。

b) PC桁 日本で最初のPC桁は前にも述べたように長生橋への使用であり、次いで泰平橋ということになるが、ポストテンションで製作したものは東京駅ホーム桁が最初である。また前記わが国最初のPCラーメン橋(御抜橋)は昭和29年7月に竣工したが、そのとき多くの大学の教授や諸官庁の方々が現地にこられた。写真-9は載荷荷重試験時のものである。

c) その他の製品 炭坑の土留版として広く利用された厚さ20mmのPC薄板で、形状は2000×180×20mm(写真-10参照)のものである。この写真は昭和50年7月ピー・エス・コンクリート(株)七尾工場

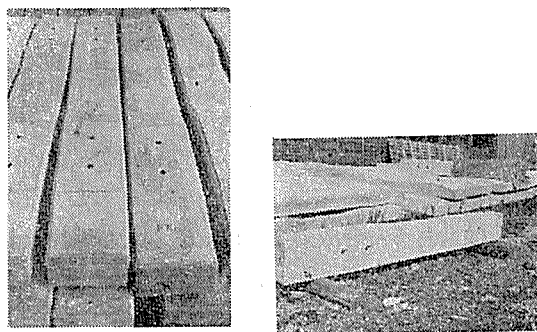
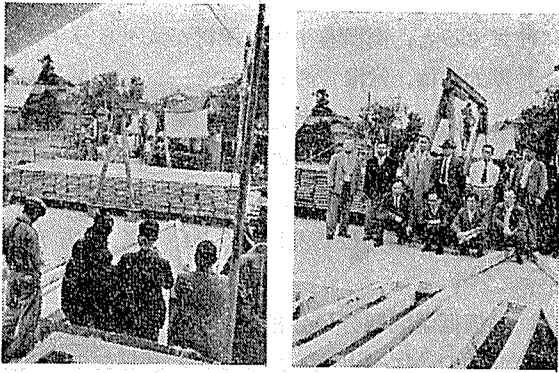


写真-8 初期のPC枕木



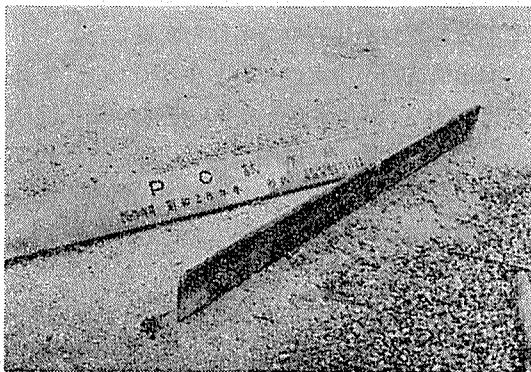
写真—9 御坂橋実橋載荷試験

で 20 年余土留版として長く地下にあったものを発掘したものである。現在に至ってもコンクリートの風化やピアノ線の腐食等は見られず、十分に P C の役割を果たしている。

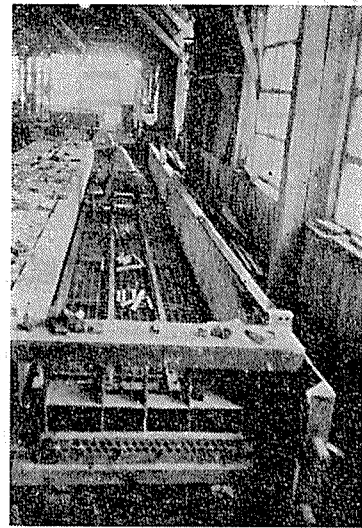
(3) P C の製作および製造設備

プレテンション方式の工場を設立するには、製作アバットを作ることから始まる。当時のアバットは鋼製アバットであった。それはコンクリートの養生、プレストレスの導入装置等から考案されたと考えられる。その最初のアバットは長さ 33 m, 6 列で緊張能力 50 t, 温水養生方式を採用したものであった（現在ピー・エス・コンクリート（株）七尾工場で 33 m, 70 t の緊張能力に改造され稼働している）（写真—11 参照）。

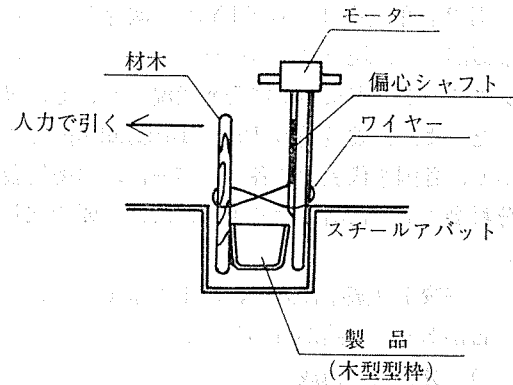
またコンクリート練り混ぜに必要なミキサーは国鉄の協力で借用したもので行われた（後に同社では自家製のものを製作した）。さらに型枠についてはすべて木製であり、これも船大工で補った。コンクリートの打設後



昭和 50 年 7 月発掘
製作：昭和 28 年（試作）
形状：2 000×180×20 mm
硬鋼線 φ 1.6 mm 13 本使用
写真—10 土 留 板



写真—11 スチールアバット（現存）



図—3 振動締め固め略図

の締め固めは人力によってその目的を達していたが、試作されたものに 図—3 のようなものもその 1 つであった。

製品の取出しに至っては、現在のように天井走行クレーン、門型クレーン等もなく、枕木等（重量約 160 kg）は人力に頼る以外はなかった。

5. あとがき

わが国に P C の技術が導入され、企業化されて 24 年道路橋に、鉄道橋に、水路橋に、はたまた深い渓谷をあるいは海峡を数 100 m を一足飛びに架け渡すまでに発展を見た今日、静かに当初を回顧してみても、勇断をもって P C 採用に先鞭をつけられた七尾市の関係者や初期 P C の発展のため御指導頂いた諸先生に対し深く敬意を表する次第である。

1975.12.20・受付