

## 柴波橋の施工について

立 白 正 光\*  
吉 田 秀 貴\*

### 1. ま え が き

柴波橋は、岩手県盛岡市の南約 17 km 柴波町にあり、国道 4 号線から分かれた県道盛岡～釜石線が北上川をまたいでわたる地点に架橋される主要地方道橋梁である。岩手県では最初のディビダーク工法片持り架設方式による橋梁工事で、下部工は、昭和 41 年～43 年度にわたりニューマチックケーソン工法で施工し、上部工は北上川の増水期（5 月～10 月）にも架設が可能で工期的にも短縮でき、かつ安全に作業がすすめられるように、経済的観点から比較検討の結果、ディビダーク工法が採用されるに至った。

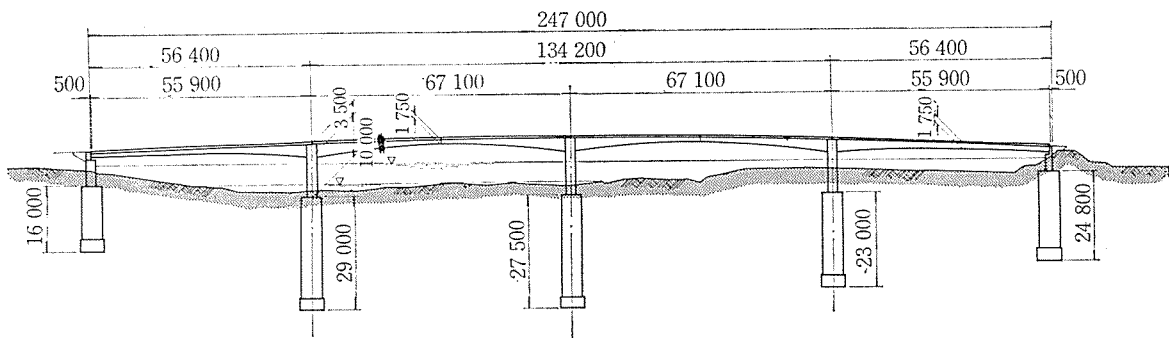
### 2. 工 事 概 要

工事概要は次のとおりである。

写真-1 完成写真



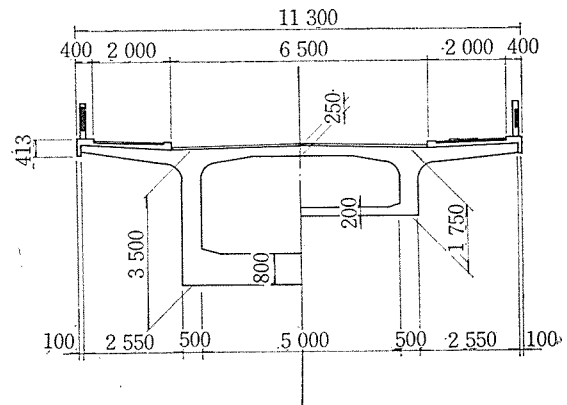
図-1 一般側面図



橋 名：柴波橋  
橋 種：プレストレスト コンクリート道路橋  
橋 格：一等橋  
形 式：4 径間有ヒンジラーメン橋  
橋 長：247 m  
スパン割：56.4+67.1+67.1+56.4 m  
幅 員：11.3 m=0.4+2+6.5+2+0.4 m  
震 度： $k_H=0.2$   $k_V=\pm 0.1$   
斜 角：90°  
桁 高：脚上 3.5 m, 支間中央 1.75 m  
使用材料：主桁コンクリート  $\sigma_{ck}=350 \text{ kg/cm}^2$

片持り方式の架設作業の繰返し工法であるため、コンクリートを打設してからプレストレス導入までの作業時間によって工程が左右されるので、コンクリートの早

図-2 一般断面図



\* 株式会社銭高組

強度が特に必要である。なお、標準配合は表-1のとおりである。

表-1 標準配合表

最大粒径	スランブ	セメント	W/C	細骨材	粗骨材	ポゾリス
25 mm	4~7 cm	早強400 kg	37%	708 kg	1 046 kg	2.0 kg

PC鋼棒：φ27 mm 第3種 (95/120) 138 t

鉄筋：SD 30 173 t

着工：昭和 44 年 1 月

完工：昭和 45 年 8 月

設計：(株)千代田コンサルタント

施工：(株)銭高組

主要設備：

○ケーブルクレーン 1基、吊り能力 2.9 t、長さ 270 m、タワー高さ 30 m (写真-2)、

○バッチャープラント 1基、強制練ミキサー 0.375 ~0.5 m<sup>3</sup>/バッチ 20.0~30.0 cm<sup>3</sup>/h (写真-3)

○架設作業車(フォルバウアーゲン) 2台、ハンガータイプ、全重量 40 t/台 (写真-4)

写真-2 ケーブルクレーン(ウインチ)

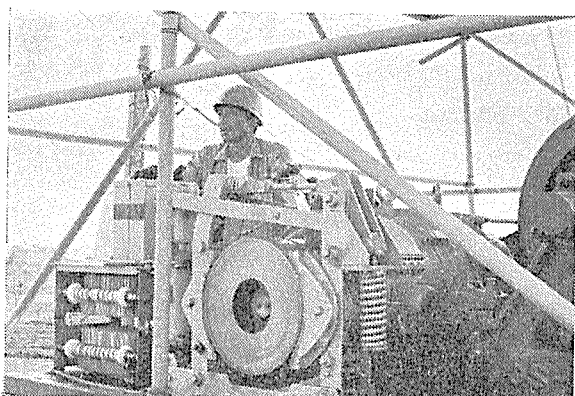


写真-3 コンクリートプラント

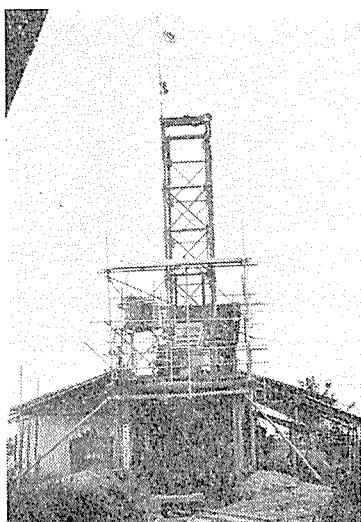
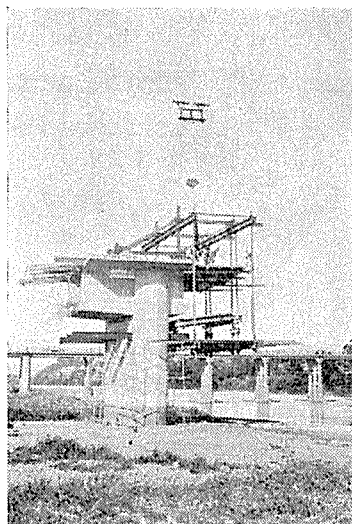


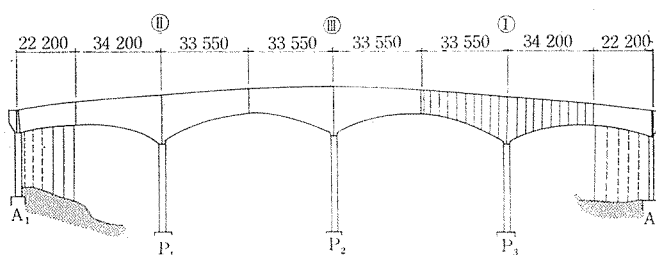
写真-4 ワーゲン組立て



施工順序：

橋脚を中心に左右に 19 ブロック、全ブロック数 57 個 (図-3)。

図-3 施工順序



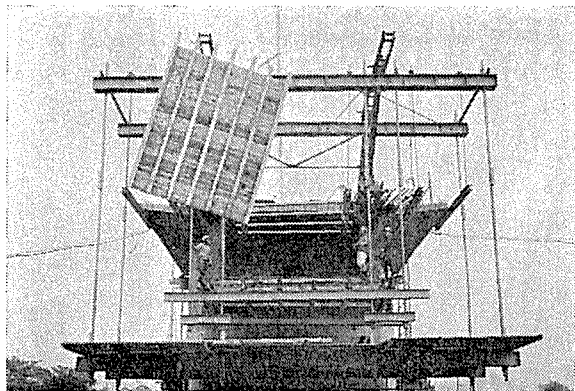
### 3. 柴波橋橋体工事の施工

当社にとっては、東京都庁発注の弁天橋について、ワーゲンを使用してのディビダーク工法であるが、長径間橋梁の安全かつ経済的な架設方法を第一目標に、いかにして事故を防止するかということから始まったといっても過言ではない。そこで施工上の問題点およびその対策といったものを重点的に述べてみることにする。

#### (1) コンクリート

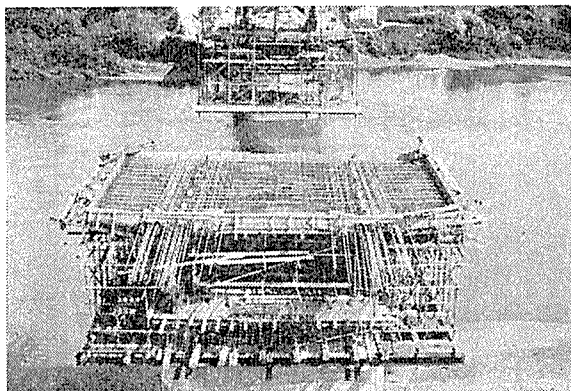
a) 材 料 北上川の水源地は火山地帯で、上流に松尾鉦山があり、廃液を流しているため、その砂利は死石、ビスケットが多く、元来、設計強度の大きなコンクリートには不適當であるといわれており、この場所より下流で骨材試験を行なった結果、死石の割合が10%前後で、骨材の種試験を専門家に依頼し、採石場所の選定、養生方法などを限定して、それに合格した現場付近の北上川産出の砂、砂利を使用することとした。セメント富配合のコンクリートであってもその品質管理が悪ければ問題があるわけで、バッチャーマン、ミキサーマンは、直接係員が行ない、その品質管理にあたっては当社の専門係員を配して、コンシステンシーメーター、その他機

写真-5 ワーゲン型わく組立て



器により一定の品質を維持した。その結果、試験の結果も良好でその目標を達成しえた。また、打設にあたっては、労務者がミスをおかさないように、それぞれ職種を限定し、シーブ、型わくなどの損傷を少なくするように、かつ手直しをなくするように、細心の注意を払って行なった。特にブロックごとの打継目のコンクリート打設にあたっては、第一ブロック打設において、張出しの先端の打継目が不完全であると、冬期の温度変化を考えた場合、継目にたまった水の凍結融解による破壊が生ずるので、パイプレーターを必要以上にほどこし、チップングも完全に行ない小口の型わくが残らないように、すきまにつめたウエスやセメント紙の完全撤去などを心掛けて施工した。次に中央ヒンジは3回に分け、下スラブとウェブは一体に、それから上スラブはウェブの柱頭にあたる所と、それ以外のスラブ部との3回に分けてコンクリートを打設した。

写真-6 柱頭部支保工組立て



側径間支保工上の施工区間は、片持ばり架設完了後約22 mの部分は、地盤が悪く、ピティの位置に穴を掘り、そこにコンクリートを打設し、その上に支保工を組み立てた。コンクリートは下スラブ、ウェブと上スラブに分けて打設する方法を採った。万一、下スラブに予測しない応力が不等沈下などにより生じて、クラックが発生した場合を考慮して、下スラブに入っている鋼棒のうち、

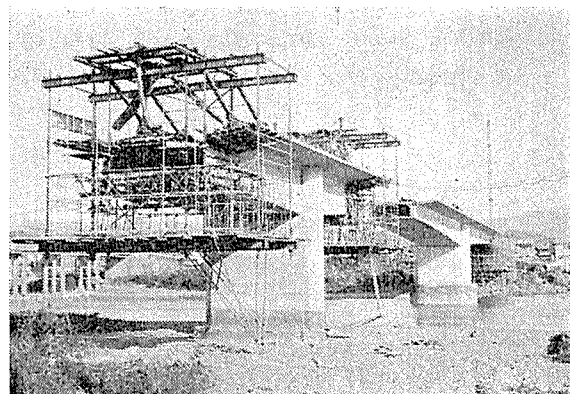
6本だけを20 tで緊張しプレストレスを導入しておき、全部打設後プレストレスを解放し、全鋼棒を緊張する方法を採った。

### (2) 型わく

型わくに関しては、転用回数、1ブロック組の重量、その大ばらし、大組みが簡単にできる点、また、部分補修、モルタルもれ、コンクリートの仕上がり面などの諸点を考慮し、経済的にメタル形式と比較した結果、八分の杉板を使用し、ハンチは32 mmの鉄板を使用した。ウェブのセパレーターはφ27 mmのビニールパイプを埋設し、両ねじボルトで締めつける方法で行なった。

先述したように、コンクリートの打設に際しても十分注意を払ったため、型わくの転用回数は十分満足のゆくものであったが、他方コンクリート面の仕上がりは転用回数が多くなるにつれて、悪くなる欠点をめぐることが

写真-7 ワーゲン施工中



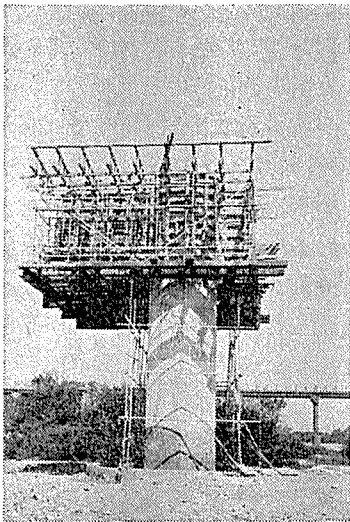
できなかったが、まずまずの仕上がりであった。また、下請けの不統一もあって労務者の作業区分を完全に行なうことができず、このため人夫分けをなくし運用的な作業内容として労務者の作業ロスをできるだけ少なくするように管理を行なった。

### (3) 上越し

ディビダーク工法の片持ばり架設方式では、主桁を部分的に現場打設を行なって張り出してゆくわけであるが、当然所定の上越しを行なってゆかなければ主桁はスムーズな曲線を描けず、橋面のふりくが大きくなり舗装、地覆など橋面工事にあたり支障をきたすこととなるものである。上げ越しにあたっては、コンクリートの打設、プレストレスの導入、ワーゲンの移動、そして主桁完成後載荷される静荷重、およびクリープ、乾燥収縮などにより生ずる塑性変形を考慮しなければならない。ここでは施工中の型わくセット高さを、架設作業車のくせ、コンクリートのヤング係数、型わくのセットミスなどから考察してみた。

当社製のフォルバウワーゲンを使用するのは今回が初めてであり、最初ワーゲンのくせがわからず、またコン

写真-8 柱頭部支保工組立



クリート打設後のたわみの差  $\delta_{n+1}$ , すなわち、コンクリート打設による下がり計算値と合わず、ハンチのとうりがうまくいかなかった。それで1日1回ごとにグラフに表わした結果

① ヤング係数  $E_c$  が  $3.25 \times 10^6 \text{ t/m}^2$  より小さい。

② ワーゲンのたわみが計算以上に大きい。

③ 型わくのセットにおいて、順序が違っているか、ミスをおかしている。

以上の初歩的な点ではあるが、3点のことについて、検討を行なってみた。

- $\delta_{n+1}$  には
- a) 橋脚の変形によるもの  $\delta$  脚
  - b) 桁のたわみ  $\delta$  桁
  - c) ワーゲンのたわみ  $\delta_w$

$$\delta_{n+1} = (\delta \text{脚} + \delta \text{桁} + \delta_w)_{n+1}$$

計算の仮定として、コンクリートのヤング係数  $E = 3.25 \times 10^6 \text{ t/m}^2$  が実際に打設されたコンクリートのそれとの差をいかに修正するかは、各施工ブロック段階ごとにコンクリートの強度が変化してゆくので計算としては非常に複雑になるので、実際  $\sigma_7 = 350 \text{ kg/cm}^2$  以上あるので  $E = 3.25 \times 10^6 \text{ t/cm}^2$  を統一して行なえると判断した。

次にワーゲンの弾性変形であるが、先端に延びてゆくに従って、そのブロック重量は少なくなり、ワーゲンのたわみが大きな要因となるとは考えられない。

以上の2つの事項を考えてみると c) の件が、すなわち、型わくのセット高をきめる時期が重要であると考えられる。当初型わく設置の前にワーゲンを計算上のレベルよりやや高め (2~3 cm) にすえ付けて、型わくをセットして、鉄筋、鋼棒を組立てた後、コンクリート打設前に上げ越しの計算値まで調整し、型わくを下げていたが、センターおよび張出し部分の型わくが正規におさまっても、鉄筋、鋼棒を組み立てたあとでは、ハンチ付近の型わくががっちり固定されているため、ワーゲン部材と型わくの間に遊びを生じ、コンクリート打設により、その遊びの分が下がり、ハンチの通りが悪くなったと思われる。そこでワーゲンの支保工鋼材を正規のレベルよりいくらか下げて型わくをセットし、コンクリート打設前に型わくを正規のレベルに上げてやる方法をとった結果、

実際の計算値によくあい、所定の上越し量ともなり、ハンチの通りも良くなった。

#### (4) 鉄筋

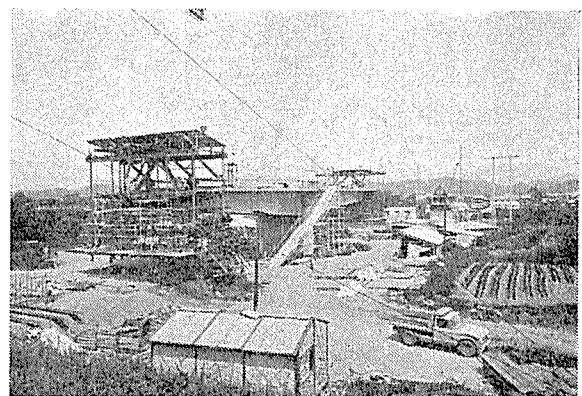
配筋はP C鋼棒の配置と同時組立てとなるので、同一下請業者に一括すべきであったが、別々になったため、P C鋼棒工と鉄筋工の調整には苦勞する結果となったがP C構造物であるため配筋量も少なく、比較的スムーズに行なうことができた。

#### (5) P C 鋼棒

P C鋼棒に関しては、入荷品の数量、長さのチェックと仕分けを万全に行なえるように、また、誤った組立てが生じないように材料置場を整備した。鋼棒の加工はケーブルクレーンの下で行ない、そのままケーブルクレーンで吊り上げ、組立場所まで運搬した。施工場所が広いという利点もあって、すべてケーブルクレーンの下で行なうことができ、省力できたことは、作業を順調に進行させるうえでもっとも助かった点である。

P C鋼棒の緊張は、導入時コンクリート強度を  $240 \text{ kg/cm}^2$  を目標として、コンクリート打設後36時間で標準養生のテストピースでの強度が平均  $240 \text{ kg/cm}^2$  の結果を得たので、36時間後緊張作業を開始した。冬期は48時間後に行なった。伸びの点では、計算の緊張力で伸びが出ないものがいくらかあった。

写真-9 安全設備棧橋手すり



それは計算上、

① 全区間にわたり鋼棒を直線 (設計上の曲線は考慮している)、25 スペーサー、2.4 m ピッチと仮定し、まさつ係数を決定している。しかしながら実際の現場では、ブロックごとに鋼棒が蛇行しており、スペーサーは3.3 cm ピッチずつになっているため、まさつ係数が大きくなり伸びが出ない結果となったが、その鋼棒については緊張力をより多目にして、所定の伸び量を出すことでプレストレス導入の管理を行なった。

#### (6) グラウト

岩手県は寒冷地であり、水の凍結融解によりコンクリートの破壊が生ずるおそれがあるので、指針に定められ

写真—10 側径間鋼棒組立て



ている規定にしたがい特に慎重に行なった。

(7) 安全対策

a) ケーブルクレーン ケーブルクレーンは重量物運搬前後に、かならずタワーの傾き、わん曲などをトランシットで検測し、調整を行なった。また吊り、横桁ワイヤーのすりへり状態を毎日観察し、安全を確認した。その他伝声、合図などの徹底、電線、ウインチ、モーター、ブレーキの定期的点検、運転者および玉掛けの選任、重量物吊上げ中はメインワイヤーの下には人間を立たせないなどの当然と思われることを完全に行なうように心掛けた。

b) 架設作業車 ワーゲンの後方にある主桁と定結する定着部のPC鋼棒とカップラーは、必ず社員がパイプレンチでまわしてチェックを行なうようにした。

c) 墜落防止 棧橋、橋体上にはすべて手すりをもうけ、ワーゲン作業台にも万全の防護柵をつけ、完全設備を行なった。

4. 工程について

工期は、昭和44年1月6日～昭和45年5月31日の16ヵ月であるが、当地では、1月、2月は、最高気温が0℃以下、最低気温の平均が-8℃と低い条件で、この月は現場練りコンクリートの打設はさけるように12月末までに躯体コンクリートを完了する必要があった。

5月初旬より上部工にとりかかり、12月中に躯体を完成するためには、ワーゲン施工を1サイクル4～6日工程で行なわなければならなかったが、その最小限界の工

表—2 最小限界での工程表

	1	2	3	4
コンクリート打設	■			
養生	■	■		
緊張			■	
ワーゲン移動			■	
型わく組立			■	■
鉄筋鋼橋組立			■	■

程表を表—2にあげておく。

当初はディビダーク工法に不慣れもあって表—2の示す工程を実行するために20～22時頃までかかっていたが、社員、労務者とも、要領を覚えるにしたがって、多少就業時間も短くなったが実質的には4日工程ではむづかしく、標準工程としては6～7日と思われる。また天候にもめぐまれ、雨天、増水、台風とも作業に支障をきたすことはほとんどない好条件に恵まれ、全ブロック数5日、支保工44.4m、柱頭部3ヵ所、全長にして247mを約8ヵ月間の内に完成することができたのは、ディビダーク工法によるものと思うしだいである。

5. あとがき

本橋はスパン長67.1m、スパン数4連、ディビダーク工法によるPC長大橋としては幾多の前例を有するものであるが、銭高組としては、また岩手県としては最初に手がけたものであり、お互いに協力し、勉強するつもりで架設にのぞみ、予定どおりに完成することができたが、種々検討反省すべき所も多く、また、一考すべき諸点もあり、本報告書としては、ごくありきたりのものにとどまった観があるが、ディビダーク工法が長大径間の架橋を容易にかつ安全、経済的な工法であることを再認識したしだいである。また、日本道路公団“中央ヒンジ形式PC橋のたわみ変化”に関する報告書によって上越しに関してはなんら問題なしと結論されている。銭高組として、本橋についても今後3年間にわたり、毎月測定を行ない橋体の塑性挙動を観察し、バックデータとする予定でいる。柴波橋が完成し、全景をながめてみるに、全体にスレンダーな桁高変化であり、非常にきゃしゃにも見え、美的観点からは、優美なものであるけれども、主桁の剛性とか、施工の難易、経済的な点から、桁高を十分とったほうがよいように思われる点もある。

以上本橋の施工について報告したが、何しろ、なれない者どうしが集まり、また、再設計で施工途中から水道管の布設などの問題がおこり、下スラブにジェットアンカーでアングルを固定し、その上に布設することで処理するなど、いろいろ疑問、改良点があったが、作業におわれ、ただディビダーク工法によって無事完成するに至ったという観がつよく、思いつくままとりまとめたしだいであるが、何らかの参考になるものがあれば幸甚と思うしだいである。

最後に、この工事に関連した監督官庁の高橋橋梁係長をはじめとして皆様のご指導と、また、特にご鞭撻、ご指導に預かりました岩手大学高橋教授のご援助には、厚く感謝の意を誌上をかりて表明するしだいである。

1970.12.14・受付



港大橋  
(敦賀市)



ピーエスコンクリート設計施工並に製作

## 日本ピー・エス・コンクリート株式会社

顧問 山内一郎 顧問 稲浦鹿蔵 取締役社長 有馬義夫

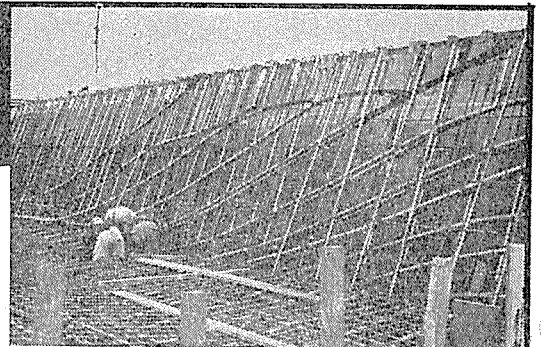
本社	福井県敦賀市泉125号2番地	電話敦賀	1400(代)
東京支店	東京都千代田区大手町1丁目4番地(大手町ビル3階362号室)	電話東京	201-8651(代)
大阪支店	大阪市北区堂島上2丁目39番地(毎日産業ビル別館5階)	電話大阪	344-7731(代)
名古屋支店	名古屋市中村区広井町2丁目54番地(交通ビル5階52号室)	電話名古屋	571-4515(代)
福岡支店	福岡市天神一丁目10番24号(福岡三和ビル3階)	電話福岡	74-9426
北陸支店	福井県敦賀市泉125号2番地	電話敦賀	1400

# スパイラルシース



特許 第506996号

神奈川県工業試験所で  
製品の優秀性 実証



PC器材専門製造



## 鋼弦器材株式会社

取締役社長 平野勝之助

本社 横浜市西区中央2丁目42番6号  
電話 横浜 (321) 5851

製造工場 (合)平野機械製作所

関西支社 大阪鋼弦器材株式会社