



明日を築く

鋼管杭協会機関誌 No. 3





表紙のこぼし：

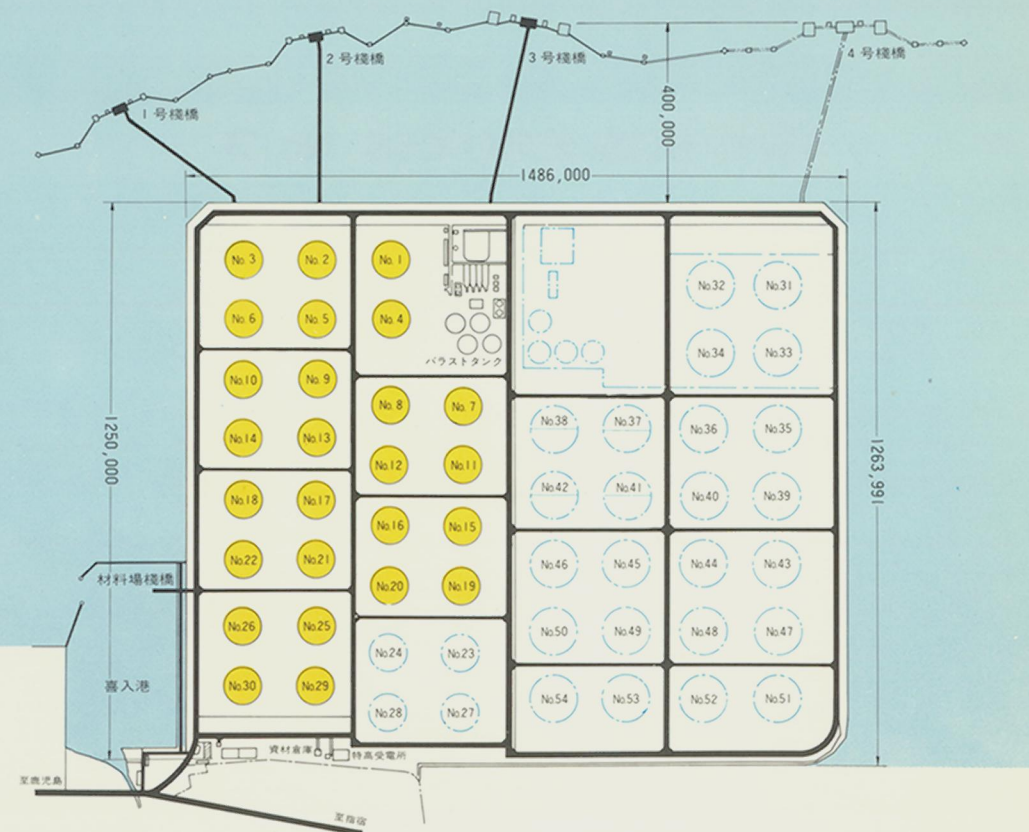
あくまで明るく、そして澄んだ美しさをもつ鹿児島は、東洋のナポリと呼ばれている。

事実、イタリアのナポリ市と姉妹都市の盟約を結んでいるわけであるが、桜島がベスピアスなら錦江湾はナポリ湾といったところであろう。近頃、この錦江湾の名物となっているのが日石喜入シーバース。その威容は鹿児島市からも桜島からも望め、これだけはナポリにもないもの、と薩摩隼人の自慢のタネになっている。

もくじ

- ルポルタージュ(日本石油喜入CTSシーバース)
「超大型タンカー時代に備える中継基地」……………1
- ずいひつ 金沢大学教授 西田義親
「くいの文献資料と私」……………5
- 西から東から……………10
- 鋼管ぐいの製法(3)
電縫鋼管……………11
- 鋼管ぐいゼミナール(3) 東京大学教授 福岡正巳
「地すべり防止に組ぐいを」……………12
- ゴルフのエッセンス 石井富志夫
「ゴルフと眼鏡」……………16
- 会員紹介・奥付

喜入基地平面図



編集MEMO：

日本列島改造論がマスコミをにぎわしている昨今であるが、影の立役者として鋼管ぐいがクローズアップされつつある。

今号のルポ、日石喜入シーバースに於ける鋼管ぐいの活躍も大変なもので、その建設経過については同社土建課長の茂田井氏にご執筆を願った。世界最大級を誇るこのシーバースは、貴重なケーススタディとして、今後各方面の参考になるものであろう。

日本石油喜入CTSシーバース

超大型タンカー時代に備える中継基地

錦江湾上に浮ぶ世界最大のCTS

遠く沖縄海峡を北上してきたイルカの群れが、ここ錦江湾(鹿児島湾)に姿を見せ始めるころ、南国鹿児島は夏の盛りとなる。

佐多岬から指宿を経て喜入の沖へ入ったイルカは、土地の古老の伝えるところによると湾内の神社・仏閣を順々に詣でるとのことである。

“イルカの宮参り”とは、いかにも南国鹿児島らしい話であるが、これこそまさに海豚と書くところの日本のイルカなのであろう。

いずれにしても、陽光があふれんばかりにふりそそぎ、空も海もコバルト色に澄むこの鹿児島はそんな伝説にふさわしい土地なのである。

錦江湾は霧島山・韓国岳・鰐塚山と連なる霧島火山帯の活動によって生れた“カルデラ”すなわち典型的な陥没湾、地形である。

湾の大きさは東西約25キロ、南北約50キロであるが、その最奥部は桜島によってさえぎられ、わずかに鹿児島市との海峡で通じている。

湾内を往来する船舶は年間約2万隻、700万トンあり、他湾と比べて非常に少ないといえる。

最近、ここをゆく漁船・貨物船そして客船などの船上の人々は、湾のほぼ中央、喜入町の沖合にできつつある巨大なタンク群と海上構造物に一様に驚

異の目をむける。

七つの海を股にかけた海の男たちも、かつて見たこともない広大なスケールのシーバースがそこに姿を現わしつつあるのである。

喜入町は人口1万3000人、55%が農業に3%が漁業に従事しており、残りは鹿児島市を始め近郊へ勤めに出ているという一見、何の変哲もない町である。

町民はこんな町の発展を促すためにも、CTSの建設には非常に協力的であり、鹿児島県も県の商業の近代化をはかるという意向から、目下のところ建設は順調に進行している。

ともあれ、日石が満を持して建設中の文字通り世界最大級の“日石喜入CTSシーバース”は、近時の1次エネルギー需要の膨張に備えるべく、その全貌を喜入の沖合に序々に見せつつあるのである。

最高の技術で築いた人工油田

マンモスタンカーをわが国のように多数保有した場合、世界最大の油田を持っているのと同じである、とよく言われる。

現在のところ、日石グループだけでも室蘭・新潟・横浜・根岸・大阪・麻里布・下松の7カ所に製油所があり、日石丸を始めとするマンモスタンカーが稼働に入っている。まさに科学技術の

粋で構成された人工油田の名にふさわしいものといえよう。

膨大な石油需要の動向にともなう、最近ぜひともこれら製油所の中心的存在であるCTSシーバースの必要性が叫ばれだしてきた。

CTSシーバースの名がマスコミ等になるようになって久しいわけであるが、喜入におけるそのプロフィールを、日本石油基地株式会社・喜入基地・工務課長・竹田文穂氏からうかがってみた。

1)まず、この基地は1基で10万トン(約1.2億リットル)タンク30基と15万トン(約1.8億リットル)タンク24基、合計660万トン(約79.2億リットル)の原油貯蔵能力を有するマンモス基地である。むしろ原油基地としては世界最大である。因みにタンク外板には10mm~36mmの高張力鋼板が使用され、高さは22.6m直径81.5m(10万トンの場合)である。この大きさをわかりやすく言うなら、36階霞が関をマスにして、実に22ハイを要するのである。

2)バースは15万トン級ドルフィン2基(出荷用)45万トン級1基・50万トン級1基(共に受入出荷兼用)の4基を備え、50万DWT(重量トン)級までのマンモスタンカーをラクに着陸させることができる。

この基礎には60キロクラスの高張力鋼その他鋼材約7,000トンが使用されており、例えば世界最大のタンカー日石



丸(37万DWT)が原油満載で20cm/secのスピードで接舷したとしても、ビックともしない支持力を持っている。

3)このドルフィン・棧橋を支える鋼管ぐいの打込み施工をしているのは、現有世界最大のくい打船、第十大成丸である。

これはI H I-メンクMRB-2000を装備しており、ハンマーラム重量20トン、打込み最大角度前傾、後傾ともに35°、最大打込可能くい長70m(垂直時

水面上で40m)、最大くい打重量150トン、最大径2500mmの鋼管ぐいを自力で吊り込み、ラクに打込むことができる。

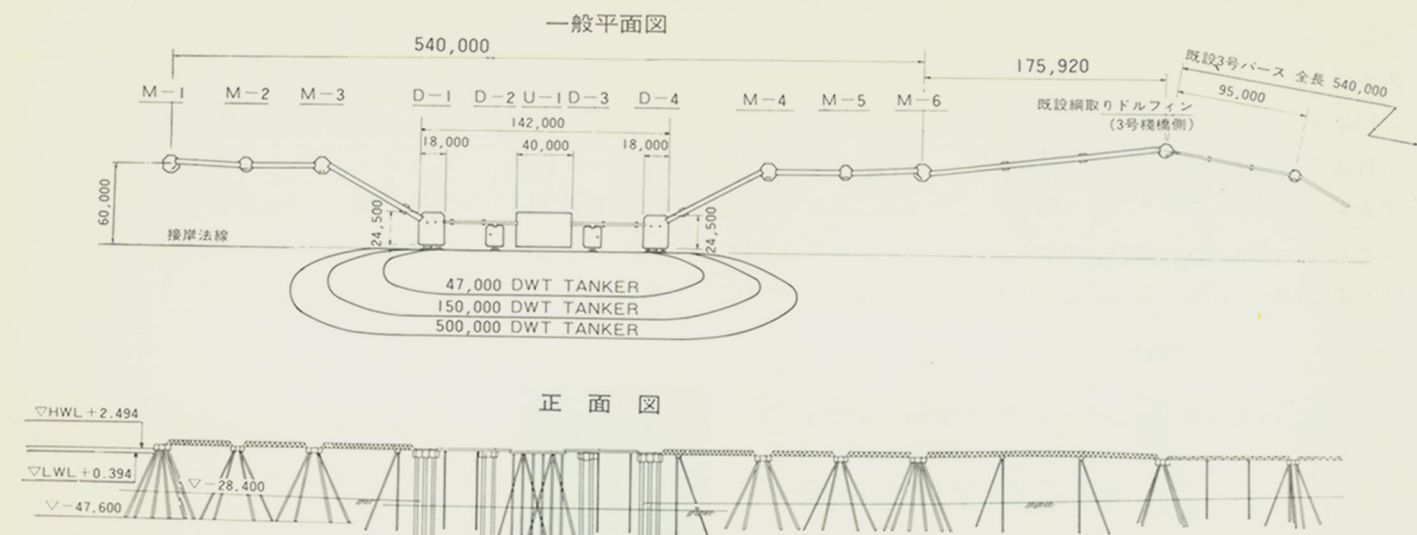
地盤によっては、特殊機構を用いて70m以上の長大くいの施工も可能である。

5万トンバースの建設完了の見通しも、この船によってつけられたと言えるほど、陸上・海上ともにこれまで考えられなかった絶大なパワーを秘めた俊英くい打船である。

4)今年の10月に進水予定で話題を呼

んでいる世界最大のジャンボタンカー・グロウティック・トウキョウ号(47万7000DWT)は、ホームグラウンドをこの日石喜入基地とすることになっている。

この船には数々のトビックスがあるが、中でも軽荷重量7万トン、船底からレーダーマストまで75m、これは23階建のビルの高さに匹敵する。サッカーコートが2つ半、テニスコートなら79面とれる甲板、そして1度に運ぶ原油量が実に58万キロリットル、(トン当りの



単位は1,000円を割る)しかもコンピューターの駆使によって乗組員は、わずかに35人という革期的な試みがなされているのである。

以上のようにすべてがキングサイズで構成されているこの基地は、今年中をもって第1期4次工事を終了し、明48年初めにはフル操業に入ることになっている。

また、紙面で紹介しきれなかったが、原油ポンプ・計装・配管・照明・受電設備・船だまり・排水処理・航路標識・消防設備・防塵設備・タグボート・そして鹿児島県へ委託している愛宕川改修工事まで、すべてがビッグスケールで工事が進められているのである。

大口径鋼管ぐいが可能ならしめた建設工事

CTSとは(Central Terminal SystemまたはCrude Staging Terminal)の略称で、タンカーによって搬入され

た原油をタンクに貯蔵し、必要に応じて各地の製油所へ出荷する施設のことである。わが国では一般に原油貯蔵中継基地あるいは石油備蓄基地と呼ばれている。

喜入町が日石のCTSとして選定された理由は多々あげられるにしても、やはり巨大船の入港および操船に十分な水深があることと波がおだやかであることであろう。

前述した日石グループの全国各製油所への距離がもっとも等しい、経済距離となっていることも欠かせないメリットである。

現在、喜入町の沖合1.25キロにおよぶ約200万 m^2 の埋立地を造成して、タンク基地と第1~3バースを建設し、目下第4バース(50万トン級)にかかっているわけであるが、鋼管ぐいの果している役割といったようなものを同基地工務課の堀内大義氏にうかがうと、「鋼

管ぐいは支持力が大きく、強大な打撃力にも十分に耐え、鉄筋コンクリートパイプの5倍以上のものが得られると言われていますが、事実今の段階で鋼管ぐい以上のものは期待できないと思います。第十大成丸のような大型くい打船が使えるようになってからは、まさに鬼に金棒の観があります。また実際の施工面では、断面剛性の大きいことが圧縮・引張強さともに関連し、当基地のような横方向の力を受けるドルフィン・棧橋にはうってつけです。構造物全体を単純化できることによって、太巾な工期の短縮が実現できることも現場担当者としては忘れてはならないメリットでしょう。」

と鋼管ぐいを非常に高く評価されていた。

第4バースには、外径609 mm 1000 mm 1100 mm 1200 mm 1500 mm 2300 mm の6種類、総本数136本、計7000余トンの鋼管ぐいを打込み施工中であるが、各セ

50万D.W.Tシーバース

●主ドルフィン、副ドルフィン鋼管ぐい一覧表

杭番号	直斜	外径(mm)	肉厚(mm)×長さ(m)	杭長(m)	重量(t/本)	杭材質
主ドルフィン	直杭	2300	34.0×12.00	66.00	105.019	SM50B
			31.0×9.00			
			28.0×9.00			
			26.0×36.00			
副ドルフィン	直杭	1500	27.0×12.00	23.00	88.903	"
			25.0×9.00			
			23.0×43.00			

●綱取りドルフィン鋼管ぐい一覧表

杭番号	直斜	外径(mm)	肉厚(mm)×長さ(m)	杭長(m)	重量(t/本)	杭材質
M-1	斜杭25°	1500	20.0×12.00	57.00	38.685	STK41
M-2	"			"	30.850	"
M-3	"			"	34.567	"
M-4	"			"	34.567	"
M-5	"			"	30.850	"
M-6	"			"	38.685	"

●渡り橋機橋鋼管ぐい一覧表

杭番号	直斜	外径(mm)	肉厚(mm)×長さ(m)	杭長(m)	重量(t/本)	杭材質
P-1, P-2	斜杭20°	1000	12.0×61.00	61.00	17.831	STK41
P-3~P-6	斜杭15°	"	12.0×58.00	58.00	16.954	"
P-7~P-8	斜杭20°	"	12.0×61.00	61.00	17.831	"
P-9~P-11	"	"	12.0×58.00	58.00	16.954	"

●荷役機橋鋼管ぐい一覧表

杭番号	直斜	外径(mm)	肉厚(mm)×長さ(m)	杭長(m)	重量(t/本)	杭材質
U-1~4	直杭	1100	12×60.00	60.00	19.314	STK41
5~12	斜杭15°	1200	12×62.00	62.00	21.793	"
13, 14	直杭	1200	12×60.00	60.00	21.090	"
15, 16	"	1100	12×60.00	60.00	19.314	"
17, 18	"	1200	12×60.00	60.00	21.090	"
19, 20	"	1100	12×60.00	60.00	19.314	"
21~28	斜杭15°	1200	12×62.00	62.00	21.793	"
29, 32	直杭	1100	12×60.00	60.00	19.314	"
33~35	"	609 $^{\circ}$	9 $^{\circ}$ ×50.000	50.000	7.025	"

●鋼管ぐい単位重量一覧表

外径(mm)	肉厚(mm)	重量(t/m)
609 $^{\circ}$	9 $^{\circ}$	0.1405
1000	12	0.2923
1100	12	0.3219
1200	12	0.3515
"	18	0.5246
"	19	0.5533
"	20	0.5820
1500	16	0.5855
"	17	0.6217
"	18	0.6578
"	19	0.6939
"	20	0.7299
2300	23	1.2915
"	25	1.4026
"	26	1.4580
"	27	1.5135
"	28	1.5688
"	31	1.7346
"	34	1.9000

クシヨンの細かい内訳は下表と通りである。

13年後、すなわち昭和60年のわが国の石油需要量は7億トンになんとするものと思われるが、これは50万トンタンカーで輸送した場合、産地との間を実に1400回航海しなければならな

い数字である。

その需要量の90%以上を輸入にたっているわが国の現状では、沿岸のタンカーのラッシュを極力おさえ、トン当りコストを低減するのが急務である。昭和48年11月完成をめざして、着々と工事を進めている日石喜入CTSシー

バースは、来たるべきタンカー全盛時代のベース港としていま全世界の注目をあびつつある。

コバルトブルーの錦江湾に浮ぶその雄姿に新しい世紀をひらくべく人類の悲願を見た。

喜入CTSシーバースに於ける 鋼管杭の施工技術

日本石油株式会社 工務部土建課長
茂田井洋一



1. CTSの建設経過

日本石油の喜入CTSは昭和42年11月、937,500m²(750m×1,250m)の公有水面の埋立を着工し、43年9月土地造成後、100,000klタンク12基、バース2基を完成し、昭和44年9月、喜入基地の稼働に入った。その後石油の需要に応じて増強し47年12月で100,000klタンク30基、バース3基で第1期工事を完成し、原油貯蔵量300万klとなる予定である。更に第2期埋立用地920,000m²(736m×1,250m)を昭和47年10月完成を予定して埋立て中である。2期用地内に150,000klタンク24基作り、360万klを貯油する計画をたてているので、基地完成時原油貯蔵能力は実に660万klとなる。2期第1次計画としてとりあえず昭和47年9月、150,000klタンク4基着工し、バースは500,000D.W.T.1基を47年6月より着工している。第2期第1次計画は昭和48年11月完成を目標としている。

2. 巨大タンカーの必要性

昭和44年度の輸入原油の実績は約1億6,850万klで、一次エネルギーとしての

原油輸入量は昭和50年まで毎年約3,000万klというふうな数量が増加していくものと推定されている。これを50万トンタンカーでペルシャ湾から輸送するものとして計算すると、年間8航海で1隻400万トンであるから毎年7隻の50万トンタンカーの建造が必要となる。20万トンタンカーで輸送すると毎年18隻の新造船が必要となる。このような石油の需要量が毎年急激に増大していくのは我が国のみの現象ではないのである。西欧諸国としても我が国と同様年間8,000万トン需要増となり、かつアフリカ諸国の輸入は政情不安のため確保できず南アフリカ経由でペルシャ湾の石油を輸入している。従って我が国が必要とする船舶の2倍以上のタンカーを確保しなければならない。このような世時は船台の不足を来し石油の輸送量の増大に迫いつくためには、図-1の如く50万トンあるいはそれ以上の超大型タンカーの建造して少ない隻数で多くの原油を輸送する必要となっている。

図-1

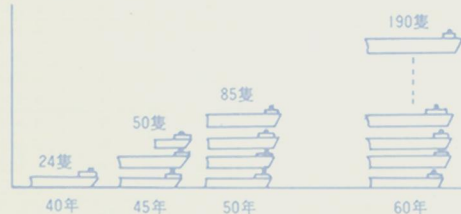


表-1 500,000D.W.T. OIL TANKER諸元

排水屯数: W	592,500ton
全長: L _{OA}	= 385m
垂線間長: L	= 364m
船幅: B	= 66m
全高: D	= 40m
満水喫水: d	= 30.04m

3. 50万D.W.T.バースの計画

バースの型式としては色々考えられるが、安く、早く、丈夫という点からは簡単なものが好しい。手っとり早く考えられるのは既設の35万D.W.T.バースのSize upが当初考えられた。然し杭数が多くなる欠点が目につく、次に、Steel Structureを工場で製作しこれを海上輸送し現地盤と緊結する方法が考えられる、然し水深-33mで現地盤に固定する確実な方法には相当の費用がかかり、どうしてもこの方法を選定する理由も見当らない。たまたま世界最大の杭打船が完成したので大口径鋼管パイルが打込み可能な目安がついた、パイルが大きくなることはそれだけ力学的には断面係数が大きくとれるのでこの分だけでも20%~25%鋼材が少なくてすむメリットが生ずる。のみならずSimpleな構造が得られ、工期も短縮できるので主ドルフィンに径2.3m×厚26~34mm×長66mの大口径を使用して副ドルフィンに径2.5m×厚25~29mm×長64mを作る計画をした。バースの一般計画は前頁図の如くである。50万D.W.T.船舶の諸元は表-1、ドルフィンの設計条件は表-2、ムアリングの設計条件は表-3の如くであり、原油荷揚能力は30,000kl/H、バースの使用鋼材を7,000tを使用し昭和48年11月完成する予定である。

表-2 ドルフィンの設計条件

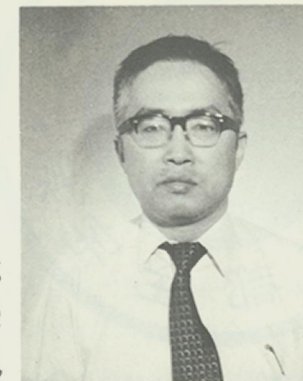
	主ドルフィン	副ドルフィン
対象船舶 { 上限 下限 }	500,000DWT 150,000	150,000DWT 47,000DWT
接岸速度	20cm/sec	20cm/sec
水深	-33m	-33m
くい船柱けん引力	220T	220T
ビット数	110Ton×2基	110Ton×2基

表-3 ムアリングの設計条件

外側(2ヶ)	中間(2ヶ)	中側(2ヶ)
けん引力 480Ton	300Ton	440Ton
ビット 150Ton×4基	85Ton×4基	—
フック —	—	110Ton×4基

■ ずいひつ

くいの文献資料と私



金沢大学工学部
土木工学科教授
西田義親

土質力学が我国で新しくもてはやされ始めた頃、学校を出てしばらく研究室に居た時、くいと地盤との関係を勉強したいと思いついた。しかし過去の研究成果も分らぬやみのままに、ほそぼそと始めたのが実情であった。間もなく金沢に転任し、つづいてサンパウロに3年間遊学することになった。あちらは、その国自体はともかく、世界の先進国から最新の情報資料が交流していて国際的な大勢を見るのには、当時の日本の状況からみれば非常に有益であった。その時バリーで行われた杭の研究会議の報告集に接して大いに啓発されたことを思い出す。在伯中も帰国後もくいに関する報告や研究の資料をひまひまに集めて整理していた所、相当の量になったので、村山先生のおすすめと八幡製鉄の御支援で、昭和35年に一応ここ20年間の分として印刷できたことは、なにかのお役に立ったかとうれしく思った。その後で Soil Dynamics 研究のためフロリダとリスボンに1年余り滞在する機会があったが、その間くいに関する事は頭から離れず資料を集め、帰国後も続けていたから大分多かった。その頃昭和41年だったと思うが、土質工学会鋼杭委員会から杭の支持力に関する文献集が発行され、私も少しばかりお手伝いした。一方自分の研究上の興味からも各国各方面のくいに関する資料の入手に努力をしてきたが、未整理のままであって、一般のお役に立つようにするにはとても

人手と費用がまわりかねて、半ばあきらめていた所、今回鋼管杭協会で岸田先生のお骨折りにより組織的に技術資料のとりまとめをされることになったのは大変有意義だと思い、私もお手伝いさせて頂くことをよろこんでいる。

個人の見聞と経験には限りがあるから、この協会が中心となってくいに関する資料センター的なものを準備できるとなれば、研究であれ施工であれ、何を新たに始めるにも人々には便利であろう。

くいが実際に用いられたのは大昔からあったにちがいないが、教科書にある古典的な解説以外に体系的な研究が行われたのは案外少く、戦前の日本で言えば大蔵省や東大の建築の人ではなかったかと思われる。戦後に土質力学が応用されるようになってくいのまとまった研究は多くはなかった。しかし10年程前から実際の工事に鋼管くい、PCくいが多量に消費される時代になって、実際の必要上からも、工事記録研究報告が特に日本でも多くなったように見られる。そしてここ3年程前からはSoil Mechanics からPile Dynamics へと新しい手法と電子計算機を用いた研究や報告がアメリカをはじめ各国に現られるようになったのは、くいの有用性が認識され理論的にも興味をひかれるようになったためであろう。

協会から何か一文をとという話を承わった。1年をこえる入院で温泉療養してひまをもてあましていたと思われた

のかもしれない。しかし朝から夕方まで機能訓練というので夜とて疲れて筆をとるひまもない。この医学の進んでいる世の中に、ギリシャの昔からあまり変らぬと想像される気の永い苦痛のある医術だと感心もし失望もした。患部を捨てざる他の外科とちがって、整形外科は患部を原形のまま機能回復させようとするためであろう。技術資料とりまとめのお話を協会から聞いた昨年の秋には、こんなに長く月日がかかるとは思わなかった、医師の言うのには最初の手当の仕方が後日まで影響をもつということと、この種の治療と回復は工業技術の理論のようにには行きませんと半ばなぐさめ半ばたしなめる。この点で基礎地盤やくいの技術とは似た所があるのかもしれない。一般的な原理と状況をしっかり頭に入れて、個々の実際の差異に注意しながら手当しなければ成功しないのである。しかしくいや地盤の技術が一昔前に比べれば理論の進歩と応用の効果をもたらししているのに比べて、機能訓練のつらさとむつかしさにおどろいている次第である。

もともと才の乏しい上に退院間際に本文の話があった。その何かととりまぎれてなかなか筆がすすまない所へ、郷里の父の急死に帰省し、あわただしくすごしながら思いつくままにこの文を記し、お恥しい駄文をお目にかけ読者にまことに申しわけないが、事情からお許しを願いたいと思う。



都市改造の新しい旗手

本稿取材に際しては、東京都住宅局改良部建設第一課長豊原治氏、東京都公害研究所主任研究員宮本俊二氏のご協力をいただきました。

東京都住宅局(以下都住と称す)は、終戦直後、焼土と化した東京復興の先兵として、ドラマチックなスタートを切った。すなわち、その創設は戦火の余燼いまださめやらぬ昭和20年、最初の仕事は戦災者用応急住宅の建設であった。

都住の性格と役割は、この最初の仕事によく表われている。それは一貫して、生活苦、住宅難に喘ぐ低所得の庶民に、低廉な賃貸料で住宅を提供することであった。そうした立場の都民にとって、都住が提供する都営住宅の存在は、常に夢であり希望であった。

その後、日本経済の立ち直りにともなう生活水準の向上とともに住宅対策は多角化し、都営住宅をはじめとする公営住宅に公庫住宅、公団住宅が加わり、いわゆる住宅対策3本の柱が出そろうに及んで、住宅難の緩和は年ごとに捗り、最近では住宅の絶対的不足は一応解消されたといつてよい状況にある。

だが、もちろん都民にとってこれで住宅に関する悩みが解決したというわけではない。「住む家がない」という最も切実な悩みは一応解消したにせよ、これに代って「住むには狭すぎる」、あるいは「住む環境が悪い」といった悩みを、いぜんとして多くの都民が抱え

ている。

現代における住宅難は、住宅の絶対数不足という初期の段階を終わって、住環境なども含めた総合的居住水準の低さということに問題の焦点が移っているわけで、ここに、東京の住宅事情は量から質へと変ってきたといわれるゆえんがある。

このような状況のもとでは、住むに家なき人々を救済するといった都住のプリミティブな役割は、狭い上に、恵まれない設備、環境下に住まわねばならない人々により優良な住宅を提供する、あるいはさらに進んで都市改造の一環としての住宅建設をすすめる、というより積極的な新しい役割に転化しつつある。

このような目的に向って、都住は今日、深刻化する用地難と戦いながら、効率的で高い住居水準をもつ高層、高密度の住宅の建設に邁進しているのである。

職住近接方式に伴う高層化

さて、冒頭に述べた通り、都住は戦火が納まるや否や、戦災者用応急住宅の建設をもってスタートしたのであったが、その後の歩みを今少しづつさぐってみると、昭和23年には本格的建築が始まり、港区高輪に全国のトップを切って、4階建2Kの鉄筋構造住宅を140戸建設している。

昭和26年には公営住宅法が制定され、それまで応急住宅対策として行なわれてきた都営住宅の建設は、以後、恒久的に実施されていくことになる。この間、昭和23年の建設省設置、25年の住宅金融公庫設立と住宅対策は逐年充実の度を加え、昭和30年の日本住宅公団設立に至って現在にみられるような公共の住宅供給態勢の基礎が確立された。

昭和25年の朝鮮動乱以降から顕著となった大都市への人口集中の傾向は、昭和30年からの神武景気とともにいっ

そうの拍車がかかり、東京都としてもその対策を迫られることになる。都営住宅もそれまでは木造平家、2階建鉄筋耐火構造、4階建鉄筋中層の混成であったが、昭和36年には木造が、昭和39年には簡易耐火が中止され、他方、鉄筋中層も昭和35年後半からは4階建から5階建に移行するなど、着々収容力の強化が図られた。

これらの期間を通じて、東京の人口は郊外へ郊外へとドーナツ状にのび、都心区部の過疎、郊外市町村の過密が目立つようになった。そこで、昭和40年、職住近接という新たな方針が打ち出された。これは、人口減少が進む都心に人口を呼びもどし、既設都市施設の活用をはかるとともに、郊外地域でともに高まりつつあった人口重圧を緩和しようというものである。

用地難のきびしい都心に住宅を建設しようというこの新しい方針は、当然、建物の高層化を促す第一の要因となり、昭和40年に建築物の絶対高さ制限(30m)が廃止されたこともあって、昭和41年以降、都営住宅は全面的に鉄筋中層時代を迎えることになった。

職住近接にのっとった都営住宅は、市街地の公共性のある建物(小売市場、倉庫、店舗、駐車場など)の上にのせる方式が多く、このころの目ばしい例としては、昭和41年9月完成の台東区小島町住宅(地下3階、地上11階、170戸、駐車場に上のせ)、43年3月完成の北品川住宅(地上11階、280戸、都営バス車庫に上のせ)などがあり、昭和43年には高層住宅のみで3,000戸もの大量建設がなされている。

職住近接の推進にとって、今一つのプラス要因は、同じく昭和40年ごろから、都区内に所在する工場の地方への疎開が始まり、その疎開跡を再開発して住宅を建設することが可能になったことである。工場疎開は城東地区(荒川、江東、足立、葛飾の各区)に多く、ここは名にし負う地盤軟弱地帯であったため

に、ここにおいて高層建築の基礎対策が大きくクローズアップされるのである。

基礎工法そのものについては次章にゆずることにして、これを経済面から捉えてみると、そもそも都区内の地価が著しく高い上に、軟弱地盤とあっては、基礎に要する費用がこれに上積みされてかさむことになる。しかし、市街地では既設の施設を利用できるだけに、学校、上下水道、道路などへの新たな社会資本投資の要が軽い。その総合的な経済効率は、多額な関連投資をともしないがちな新開地に比べて大きく評価されてよいわけで、職住近接のねらいの一つもまさにそこにあったのである。

このようにして、都営住宅の高層化は時流にのり、昭和47年現在、年間18,500戸のうち55%が7階以上の高層建築と



なっている。

基礎工法の転換と発展

ここで、前章の内容とややラップするが、都営住宅における基礎工法という観点にしばってその推移をたどってみよう。

終戦直後の応急住宅時代にはもちろん基礎ぐいの使用はまったくなかった。基礎ぐいが注目されるようになったのは、戦後ほどなく地下水による地盤沈下現象に一部の関心が集まるようになってからで、前出昭和23年の高輪の4階建住宅には木ぐいが使用されている。これらは当然摩擦ぐいであった。

昭和27~28年ごろから主流を占めるようになった中層の耐火構造では、RC支持ぐいが多く採用された。当時は地盤良好の地域のみを選ぶことが可能だったので、支持層までの深さはせいぜい10mまでで足りた。地盤の軟弱な城東地区での建設が始まると、当初は摩擦ぐいとしての木ぐいが使用されたが、昭和30~40年にはベデスタルぐいが大量に使用されるようになり、37~38年をピークとするこの方式の全盛時代となった。しかし、ベデスタルぐいは打設やぐらが大きくなるのが難点であり、さらには信頼度においても現場打設コンクリート圧入方式は疑問点が残るとされしだいに廃れた。かくて、昭和40年ごろからは、深さ30m程度までにはPC支持ぐいが主として使用されるようになる。

昭和41年に至って、それまでの都住



の基礎工方式に一転機が訪れた。下町の深い沖積層の地盤で、しかもプレローディングすらされていない埋立地での住宅建設がきまったのである。支持層までの深さ40mを超えるというこのケースでのPCパイル使用は、全体強度の信頼性が問題となった。そこで都住では初めて鋼管ぐいの採用に踏み切り、深さ50mを半自動溶接で打設した。江東区大島5丁目の5階建中層耐火構造住宅がそれで、都住における鋼管ぐい基礎採用の第1号である。

都住と鋼管ぐいの結びつきによって真に画期的であったのは、これにつづき昭和42年8月の江東区辰巳団地の建設であった。これは12階建と5階建を

合わせて87棟、3,326戸という大規模なもので、ここに総量20,000tの鋼管ぐいが大々的に使用されたのである。

この場所は戦前にサンドポンプで埋め立てを行ない、ゴミ捨て場として使われていて、埋め立ては一時中断されていたが、昭和35年にもう一度埋め立てを行なっており、深さ50~60mの当時としては底なしに近い軟弱地盤である上に、年間約20cmもの地盤沈下がみられるという曰くつきの土地であった。

このため、都住では学界の頭脳を集めて基礎対策を検討した。当初、摩擦ぐい採用案も出たが、それでは排水管より建物自体の沈下の方が大きくなって、排水が逆流するようなおそれも生じてくる。局議にかけて検討した結果、最終的に鋼管ぐいによる支持ぐい方式採用の決定をみたのであった。

都土木技術研究所の観測によると、その後辰巳団地全体の地盤は昭和42~44年にかけて217mmの沈下を来している。しかし、建物と地表との食い違いは約100mm程度に止まっている。沈下力のうちのかなりな部分がネガティブフリクションとして基礎工にかかっているわけで、このことはもし鋼管ぐいの支持力がなければ、建物は地表から217mmも下ってしまっているということを示している。もって、鋼管ぐいによる支持方式が妥当であったことがわかる。そして、この一件以来、都住における基礎工法の主流として鋼管ぐいが定着することになったのであった。

最近における鋼管ぐい基礎の例としては、9月中旬現在進行中の足立区花畑桑袋の施工例、江東区南砂2丁目の施工例(いずれも写真参照)などがある。深さ約40mで、管長10m、管径500mmの大径管4本溶接で打設がすすられていたが、人ひとりがすっぽり入る大径管だけに危険防止の意味で、管内壁に落下防止網(径10mmの棒鋼を十文字に溶接したもの)を設置するという新機軸が注意をひいた。



公害問題が投げかけたジレンマ

このようにして、昭和42～44年は鋼管ぐい工法の全盛時代となり、毎年約5,000～7,000tが使用されるようになったのだが、ここで鋼管ぐい関係者にとって看過できない現象が現われてくる。都住の場合における全基礎数に占める鋼管ぐいの比率が漸次低下の傾向を示していることである。

これは、昭和44年に騒音規制法が制定され、昭和46年1月には公害防止条令で、東京における既製ぐい打設時の騒音が規制されるようになったのが主要因である。

公害問題についてここで少しその現状を探ってみよう。

まず、振動に関しては、現状では建設工事は規制の対象外となっている。

問題は騒音であるが、周知のように騒音規制法では敷地境界線から30m離れた地点で85ホーン(都では75ホーン)以上の音量が感じられる場合、規制の対象となる。しかし、実際問題としてこの規制は禁止を意味するものではない。規制対象となる事態が発生した場合には、状況に応じて、遮音板の取付け、夜間や日祭日作業の休止、時間制限などの勧告がなされるのみである。遮音板取付け勧告の場合など、勧告に従ってなおかつ規定の音量以下に下らない場合でも、現行では他に方途なしとの見解から、処置済みということでは法的にはお構いなしとなる。

現状では建設工事にともなう振動、騒音はある程度必要悪ということで規制が甘くされているといえよう。

いずれにせよ、今のところ完全無公害工法というのは求められないのだが、

あえて公害防止工法をとれば、既製ぐい工法の2～3倍のコストアップとなるし、また、それらは特許のものが多く、一社独占という公共機関としては好ましくない状況になることもあり得る。結局、一般的なJIS製品を使うことになるわけで、都住では昭和45～46年ごろから騒音回避のための場所打ちぐい工法の使用比率が多くなっているのである。場所打ちコンクリートぐいは、打設時骨材の比重の差により砂利が下部に沈下して上部の強度が低下するといった欠陥があり、さらに地震時を考えた場合、水平耐力のより大な材料がどうしても必要である。それには鋼管ぐいが最適であることは論をまたない。

要するに、都住における基礎工法の現状は一つの大きなジレンマに当面しているわけである。これをどう解決するかがこれからの問題だが、公害もさ

ることながら、地盤沈下にもなうネガティブフリクションや地震などのさまざまな要素がからむ今後の基礎工法への要求がますますシビアなものになることは必至で、結局、水平耐力の大きい大口径の鋼管ぐいを使ってできるだけ公害を少なくする工法を考えていく以外に道はないという。たとえば、柔らかい地盤には圧入方式、堅い地盤には掘削方式を併用するといった方法もあり、アースオーガーを使って鋼管ぐいを打設した都住の亀戸7丁目の12階建住宅などはその実例である。

河沿いに生活する人間の原点

公害問題は別にしても、鋼管ぐい基礎工法は他に問題がないというわけではない。指摘された点を列挙すると――

①腐食の問題 最近では地下水の乱れに

よって迷走電流が不安定であり、ローゼンクビストの腐食率に準拠するのみでは問題がある。

②溶接の問題 半自動から全自動への速やかな転換が望ましい。

③輸送の問題 鋼管ぐいはいわば空気を輸送しているようなもので、輸送効率が悪い。

とはいえ、鋼管ぐい基礎はその強度への信頼性が最も高いという、本質的な観点からして最も大きな将来性を有するという。

世界の大都市は、ニューヨークを別にしておおむね沖積層の上に建っている。人間は河に沿って生活するという原点からみても、地盤の柔らかい沖積層の立地が最も自然であり、鋼管ぐいの必要性は絶対であるとみるのは至当のようである。

都住においても、昭和43年ごろから、

深さ20mまでにはPCくいを使いはじめ、これを34mまで延長し、さらに40～45mまでにも使用するようになり、45m以上に鋼管ぐいを使用するといった使い分けを行なっているが、耐力の上からは34mを超すものには鋼管ぐいを使いたいとする見解が多い。

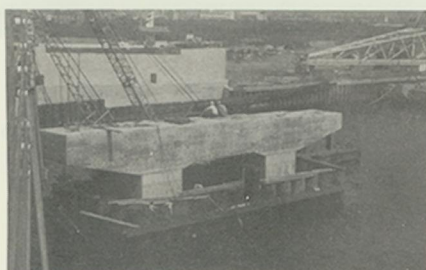
公害問題も現在は過渡期で、住民の権利の過大な主張にすぎることあり、いずれ現実即した中道の考え方が定まるであろう。一方、新しい工法はますます開発され、鋼管ぐいの存在価値をいっそう高める状況に至るに相違ないという力強い意見も多く聞かれた。

東京都住宅局――昭和47年7月31日現在でその管理する総戸数192,037戸。都民の住宅難の救世主から、さらには新しい都市改造の旗手として飛躍しようとする。よりよい住生活への都民の期待は、かかってその活躍の上にある。

全自動溶接工法の公開実験を行なう

住友金属工業株式会社、日本鋼管株式会社など大手メーカーでは、かねてから鋼管ぐいの全自動溶接工法の研究を進めていたが、このほど日本鋼管では木島町団地建設現場で公開実験を行なった。同工法は基礎工事の際に打込まれる鋼管ぐいを小型の溶接機を用いて自動的に溶接するもので、従来使われていた半自動溶接や手溶接にくらべ溶接強度の向上および溶接時間の短縮を図ることができる。

また住友金属でも、日を前後して全自動溶接工法の公開に踏み切り上々の結果を得た。省力化、工期の短縮という面のみならず、溶接ビードの品質、外観の良さでも全自動溶接には大きな期待が寄せられている。



建設省「建築耐震研究開発会議」に当協会からも委員選出。

建設省では昭和47年度を初年度とする技術開発5ヵ年計画のひとつである新耐震設計法の開発プロジェクトのうち、建築部門について、建築研究所内に「建築耐震研究開発会議」が設けられ、去る5月30日第1回会合が開かれた。

当協会からは、特別技術委員会建築耐震分科会の古藤田委員が選ばれているがこの会議は、広く官民各界から英知を集めるという趣旨で構成されたものであり、学協会筋では、土質工学会、建築業協会、営繕協会、建築学会、鋼

構造協会および当鋼管杭協会が対象になっている。

仮締切兼用鋼管矢板井筒工法の見学会を開催

従来の井筒工法にかわる鋼管矢板井筒工法をさらに改良した仮締切兼用鋼管矢板井筒工法の見学会が、去る7月13日東京都の有明埠頭橋において実施された。

本工法は川崎製鉄株式会社が開発したものであり、従来工法のごとく鋼矢板による二重締切や築島を必要とせず、本体の鋼管矢板を水上まで伸ばすことにより仮締切を行なう工法で、工期の短縮、工費の節減、施工時の安全性の向上等種々の利点を有する水中基礎施工法である。

見学会は川崎製鉄主催で、事業主体である東京都港湾局と施工会社である清水建設の後援で行なわれた。参加者は各官公庁、コンサルタントが主体で約300名が参り、大盛況であった。



「鋼管ぐいの中期需要予測まとめ」

鋼管杭協会ではこのほど昭和50年度までの中期需要予測をまとめた。それによると昭和50年度の総需要量として130万トン想定。これを達成すべく新工法・新技術の開発、需要家・設計者に対するPR、サービス強化の必要性があげられている。

鋼管ぐいにおけるこのような中期需要予測が作成されたのは、むろん今回が初めてである。これが今後、メーカー各社の設備計画・販売・営業計画などの方向を示すひとつの指標になるものと思われる。



協会の英語名(JASPP)決まる

基礎工法に鋼管ぐいを使用している国は、日本がその最もたるものようであるが、協会関係者の海外出張の頻度が多く、また外国の科学者との接触も出ているので、日本語版資料のほか、英文資料も作成する必要性が生じている。

島村会長、堀市場開拓委員長、福岡特別技術委員長ほか先生方と相談の結果、協会名を次のように決定した。

JAPANESE ASSOCIATION FOR
STEEL PIPE PILES (JASPP)

住金、新日鉄都市対抗で善戦

社会人野球の花、第43回都市対抗野球大会は、ことしも真夏の後楽園球場で熱戦をくりひろげた。和歌山代表として2年ぶりに出場した住友金属は、優勝候補の前評判どおり緒戦から健闘、日本石油を3-1、2回戦リッカーマシン3-0、3回戦は軽金属4-0と一方勝ちした。

しかし、準決勝では、頼みの投手陣が疲れをみせ三菱川崎に5-0で涙をのんだ。

新日鉄も健闘したが、惜しくも緒戦で敗退した。



鋼管ぐいの製法<3>
電縫鋼管

①素材

熱間圧延によって作られた鋼帯（普通これを熱延コイルと呼んでいます）を使用します。

②成形

コイル状に巻付けられた素材の鋼帯を巻き戻し、レベラーでその巻きぐせをとります。次にその両側を切断して所定の巾にします。その巾は製造する管の外周長に等しくなるように切断されますのであまり大径を得られません。そして次に成形ロールにより順次管状に連続的に成形されます。（最大製造寸法、外径508mm×12.7）

③溶接

管状に成形された板の接合部は電気抵抗溶接により圧接されて信頼ある溶接部が形成されます。次に圧接により溶接部に生じたビードを内外面ともバイトにより切削します。

④切断および矯正

連続的に成形溶接された管は製管を止めることなく所定の長さ自動切断機によって切断され、次に矯正ロールを通して真円度および真直度のよい鋼管ができ上がります。

⑤端面仕上げ

切断されてきた管を端面加工機にかけて管の両端面を所定の形状（ブレンエンドまたはベベルエンド）に仕上げると同時に、管の長さも所定の公差内に整えます。

⑥付属品取付

定められた仕様によって補強リングや現場継手用のジョイント等を取付けます。

⑦検査

1本毎の寸法外観検査はもちろんのことJISに定められた諸検査を行なっています。

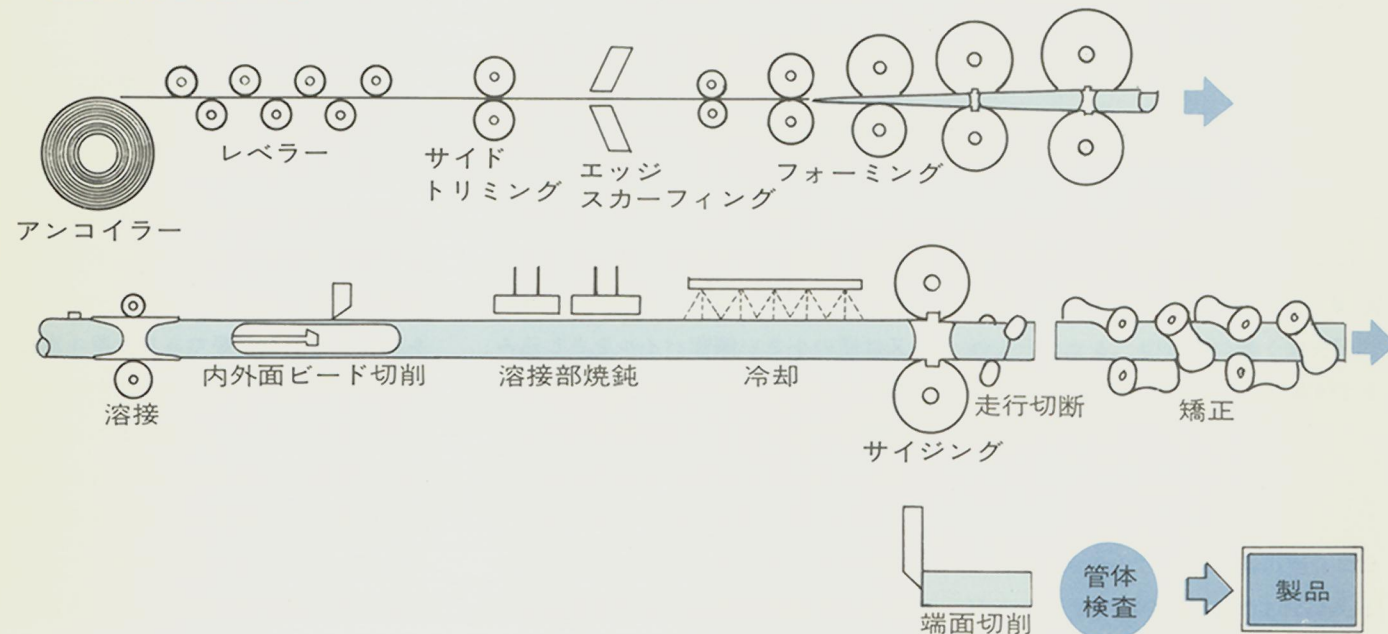
⑧塗装

塗装を要するものは、ご注文によって、ショットブラストまたは、サンドブラストによる下地処理を行ない、耐食性のすぐれた塗料による塗装を行ないます。

⑨特長

きわめて精度が高く、外径寸法、真円度、真直度が良好でかつ溶接ビードを切削しておりますので外観が非常にすぐれておることと、溶接部がアーク溶接にくらべ、均一となります。

電縫鋼管製造工程



地すべり防止に 鋼管の組ぐいを

東京大学工学部土木工学科教授
福岡正巳

1 まえがき

斜面崩壊、地すべりを防止する方法はいろいろある。そのうち主なものを挙げると次のようなものがある。

- ①地表ならびに地下排水
- ②すべり土塊の一部もしくは全部の除去
- ③くい打ち
- ④斜面ののり先に擁壁、ダム等の設置
- ⑤基礎地盤へのアンカー
- ⑥すべり面粘土の強化をはかるためのグラウト、焼結工法。

以上の工法は単独に用いるものもあるが、いくつかを組合せて使用することもある。くい打ちについていえば、くいの材料として木、コンクリート、スチールが用いられ、スチールの場合H型、鋼管パイルの中にコンクリートを注ぎ込んだもの、鋼管パイルの中にH鋼、又は径の小さい鋼管パイルをさし込み、空げきにコンクリートを充填したものなどが用いられる。くいを単独で打つと抵抗力が弱いので、グループにして打つ。さらに強度を発揮させるためには組ぐいにする。すでに地すべりを起してゆるやかな運動が起こっているところではすべり面粘土の強さが弱くなっているから、これをくいで制止しようとす

ると非常に大きな抵抗力が必要である。新しく切土を施工しようとする場合、あらかじめくいを打っておいてすべりを防止すれば、すべり面には十分なせん断力が働いているから、小さな力で有効に地すべりを防止することができる。くいとしては単独で用いるよりは組ぐいにしておいたほうがはるかに抵抗力が強い。以下においてはこのアイデアの説明と計算方法についてのべる。

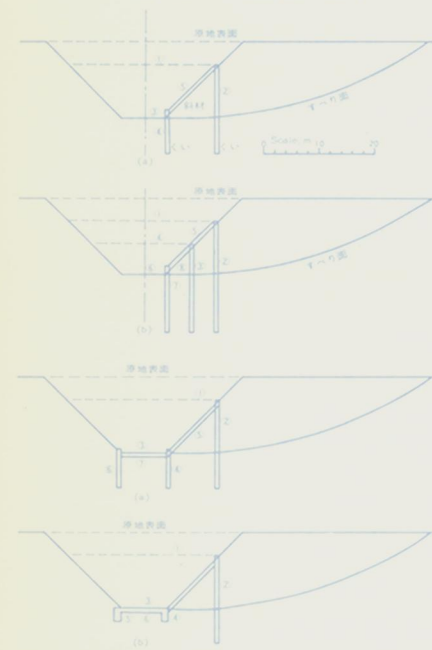
2 組ぐいによって切土部に起った地すべりを防止しようとする案

道路工事において切土作業中に動き出した地すべりを完全に停止させることは極めてむずかしいことである。もし最初から地すべりの危険性が予想される場合には切土の代りにトンネルを採用したほうがよいことがある。トンネルには換気が必要であり、車の走行に対する抵抗が大きい、工費が高いなどの欠点があるが、切土工事中に地すべりが発生した場合の手もどりを考慮すると最初から確実な工法を採用したほうがよいということになる。トンネルの代りに最初から組ぐいによる地すべり防止工法を採用することも十分考えられるであろう。地すべり防止用の

くいの設計法はいろいろ提案されているが、まだ完全なものはないから、施工に当っては変位やヒズミを測定しながら工事を進め、必要に応じて設計変更をするのがよいであろう。なお将来多くの施工実績を積み重ねれば信頼性の高い、経済的な工法となるであろう。

組ぐいによって地すべりを防止する場合の設計案の数例を挙げれば図-1

図-1 地すべり防止用組ぐい
(①、②……は施工の順序)



のようである。(a)(b)は片側斜面だけ自立させるものであり(c)(d)は反対側斜面にまで水平力を伝えようとするものである。図中①②③……と示したのは施工の順序である。斜材には鋼管またはコンクリート部材を用いる。コンクリート版にすれば、のり面保護工となる。斜材とくいとを接合するさい、両者の間にジャッキをはさみ、くいを押せばくいにプレストレスがかかったと同様な効果が生じ、くいを単独に用いた場合よりも最大曲げモーメントを減少させることができる。また同時に完全に停止するまでの移動量を減少させることもできる。

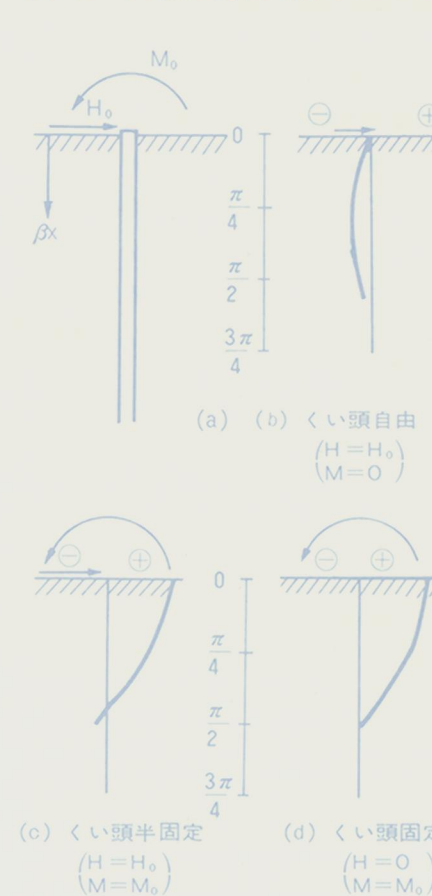
3 地すべり防止用くいの設計計算法(1)

地すべり防止用くいに働く応力、土圧力の設計計算法にはいろいろなものがある。Hennesの式、Whiteの式などは最も有名である。筆者はこれらとは別に2~3の試みを行なった。以下これ

らについて説明する。

まず無限体のなかに平面すべり面があり、その面に直角に挿入したくいに働く曲げモーメントを求める。この計算によって一般の地すべりにおいてすべり面に直角に挿入したくいの曲げモーメントを近似的に求めることができる。図-2(a)は水平な地表面を有す

図-2 くいの頭部の条件と曲げモーメント



る半無限体の中に挿入した無限に長いくいの頭部に水平力ならびに曲げモーメントが加わった状態を示す。地表面に水平力 H_0 、曲げモーメント M_0 が作用した場合、地中に生ずる曲げモーメントは次式で表わされる。

$$M = e^{-\beta x} \left\{ M_0 (\sin \beta x + \cos \beta x) - \frac{H_0}{\beta} \sin \beta x \right\} \quad (1)$$

ここで、 M : 地表面から x の深さにおけるくいの曲げモーメント、 $\beta = \sqrt{\frac{E_s}{4EI}}$ 、 E_s : くいに対する地盤の水平反力係数で深さに関して一定とする、 $E_s = KD$ 、 K : 地盤の横方向 K 値、 D : くいの直径、 x : 地表面からの深さ。

M の分布を(b)(c)(d)に示す。(b)はくい頭に水平力のみが加わった場合、

(d)はくい頭にモーメントだけが加わったもの、(c)は水平力と曲げモーメントが加わったものである。すべり面を貫通しているくいは一般に(c)の状態にある。くいに働く最大曲げモーメントは(b)では $M_{\max} = -0.3224 \frac{H_0}{\beta}$ 、(d)では $M_{\max} = M_0$ となる。

図-3は無限大の土塊内に平面すべり

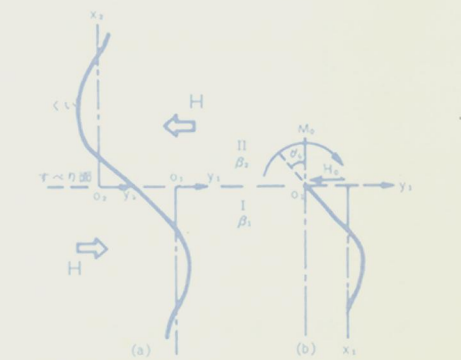


図-3 無限体のなかに平面すべり面がある場合のくい

り面があり、それと直交するくいが矢印の方向のすべりによりずれた場合の曲がり(たわみ)の状況を示す。基盤をI、すべり体をII、Iの β を β_1 、IIの β を β_2 とする(一般に $\beta_1 \geq \beta_2$)。また座標軸を図のようにとると、くいのたわみ曲線は次式で表わされる。

$$\begin{cases} y_1 = \frac{H}{4EI\beta_1^2} e^{-\beta_1 x_1} \left\{ \left(\frac{1}{\beta_2} + \frac{1}{\beta_1} \right) \cos \beta_1 x_1 - \left(\frac{1}{\beta_2} - \frac{1}{\beta_1} \right) \sin \beta_1 x_1 \right\} \dots\dots\dots (2) \\ y_2 = \frac{H}{4EI\beta_2^2} e^{-\beta_2 x_2} \left\{ - \left(\frac{1}{\beta_2} + \frac{1}{\beta_1} \right) \cos \beta_2 x_2 - \left(\frac{1}{\beta_2} - \frac{1}{\beta_1} \right) \sin \beta_2 x_2 \right\} \dots\dots\dots (3) \end{cases}$$

また曲げモーメントは次のような式で表わされる。

$$\begin{cases} M_1 = \frac{H}{2} e^{-\beta_1 x_1} \left\{ \left(\frac{1}{\beta_2} - \frac{1}{\beta_1} \right) \cos \beta_1 x_1 + \left(\frac{1}{\beta_2} + \frac{1}{\beta_1} \right) \sin \beta_1 x_1 \right\} \dots\dots\dots (4) \\ M_2 = \frac{H}{2} e^{-\beta_2 x_2} \left\{ \left(\frac{1}{\beta_2} - \frac{1}{\beta_1} \right) \cos \beta_2 x_2 - \left(\frac{1}{\beta_2} + \frac{1}{\beta_1} \right) \sin \beta_2 x_2 \right\} \dots\dots\dots (5) \end{cases}$$

すべり面とくいの交わる点Aでくいを切断して、下半分をとり出すと(b)図のようになる。切断面に働く力を H_0 、 M_0 とすると M_0 と H_0 との間には次のような関係がある。

$$M_0 = \frac{H_0}{2} \left(\frac{1}{\beta_2} - \frac{1}{\beta_1} \right) \dots\dots\dots (6)$$

特別な場合として $\beta_1 = \beta_2$ の場合には $M_0 = 0$ となる。 β_1 が一定であれば β_2 が小さくなるほど M_0 ・ H_0 の値は大きくなる。くいに働く曲げモーメントの最大

値はすべり面の上で生ずるのではなく、基盤 I の中で起こる。M_{1max} は次の式で求められる。

$$M_{1max} = \frac{H}{2} e^{-\tan^{-1} \frac{\beta_2}{\beta_1}} \left\{ \left(\frac{1}{\beta_2} - \frac{1}{\beta_1} \right) \cos \left(\tan^{-1} \frac{\beta_2}{\beta_1} \right) + \left(\frac{1}{\beta_2} + \frac{1}{\beta_1} \right) \sin \left(\tan^{-1} \frac{\beta_2}{\beta_1} \right) \right\} \quad (7)$$

この値もまたβ₁が一定の場合β₂が小さくなれば大きくなる(図-4 参照)。

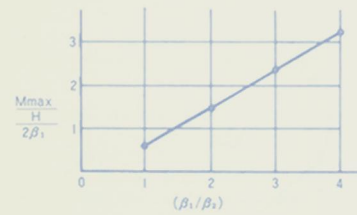


図-4 β₁:β₂の大きさと M_{max}:Hの大きさの関係

例：基盤 I の K 値を 10kg/cm³、すべり土塊 II の K 値を 0.1kg/cm³ とする。また鋼管ぐいの直径φ=812.8mm、厚さ t=16.0mm、断面二次モーメント I=318×10³cm⁴ とすると、β 値はそれぞれ β₁=0.415m⁻¹、β₂=0.1315m⁻¹ となる。これらの値を(8)式に代入すると、

M_{1max}=3H となる。そこで地すべり力を 50t とすれば曲げモーメントは 150tm となる。上記の鋼管ぐいは曲げ強度が約 160tm であるから、安全率は約 1 になる。

この例で見られるように、くいの曲げモーメントはすべり土塊がやわらかくなれば相当大きくなるので注意を要する。

ところで 50t の地すべり力が作用する地すべりというの、どのようなものであろうか。図-5 は切土によって地

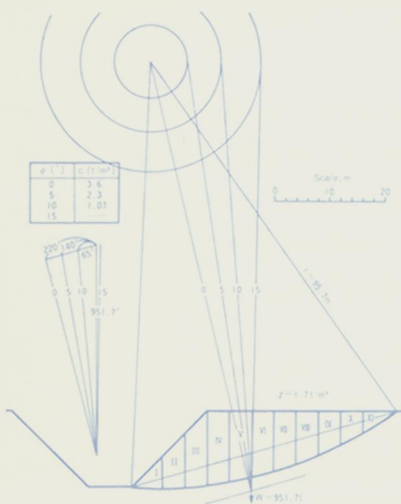


図-5 摩擦円法による安定計算

すべりが発生したか所の断面図である。摩擦円法によって安定計算をすると安全率 1 に対応する粘着力 c と内部摩擦角 φ は表-1 のようになる。

表-1

粘着力 c (t/m ²)	内部摩擦角 φ (°)
3.6	0
2.3	5
1.07	10
—	15

地すべり土塊を鉛直壁で区切りスライスにわけ、そして各鉛直壁に作用する圧力を求める。すべり面上では内部摩擦角と粘着力が完全にモビライズされていると仮定すれば、摩擦円法によって安全率を求めるのと全く同様な手続によって鉛直壁に加わる圧力を求めることができる。一例として図-6

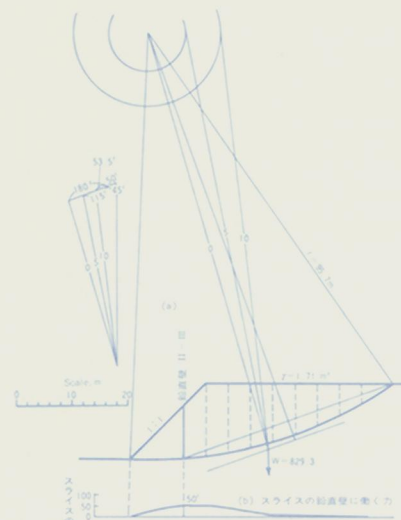


図-6 スライスの壁に働く力

はりの中腹を通る鉛直壁に作用する圧力を求めたものである。表-2 に内部摩擦角 φ と壁に作用する圧力 H の関係を示す。

表-2

内部摩擦角 φ (°)	鉛直壁に加わる圧力 H
0	50
5	45
10	45

φ のちがいで H の差は大きくない。φ=0 のときに H は最も大きくなっている。φ=0 のときの各鉛直壁に働く圧力を求めると図-6(b) のような分布

になる。壁 II-III 付近で圧力が最高になるから、くいを打つ場所としてはもっと左のほうがよいかもしれない。しかしあまり左のほうにもっていくと、くいの上方に新たなすべり面が生じるおそれがある。

II-III のような位置に鉛直ぐいを一列に打った場合には、くいに相当大きなモーメントが作用する可能性がある。そこでくいの頭部を押さえ、状況によってはプレストレスをかけることによってモーメントを軽減することができる。

4 地すべり防止用ぐいの設計計算法(2)

くい頭を支持したくいの設計計算方法について説明する。図-7 は基盤、

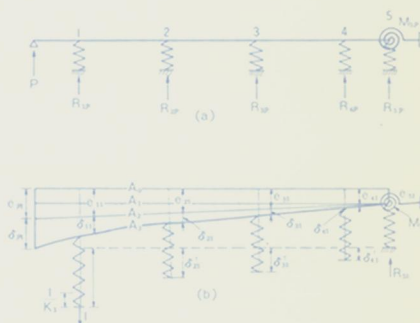


図-7

地すべり土塊ともに弾性体であると仮定し、その中に鉛直にくいが挿入され、しかもくいの頭部が単純に支持されている状況をモデル化して示したものである。P はくい頭の反力、R_{1P}、R_{3P}、R_{3P}、R_{4P} は地すべり土塊の圧力と反力の合力、R_{5P}、M_{5P} は基盤内に埋込んだくいに加わる力で、R_{5P} は反力、M_{5P} は曲げモーメントである。図-7(b) はくい頭ならびに 1, 2, 3, 4 の各支点には荷重をかけないで支点 1 の支持ばねの下端のみに単位荷重 1 を作用させたときの変位の状態を示す。点 5 のばねの縮みによっては e₅₁ だけ一様にさがる。つまり A₀ の位置から A₁ に移動する。回転ばねのひずみによって Q だけ回転し、A₂ の位置にくる。さらに曲げモーメントによるはりの曲りによって A₃ の位置に移動する。ばねは完全に伸び切ってその下端は図示された位置になる。支点 1 のばねは単位荷重 1 の影響で 1/K₁ だけ伸びている。Betti の理論を適用すれば式(10)がえられる。

$$\delta_{11}^T R_{1P} + \delta_{21}^T R_{2P} + \delta_{31}^T R_{3P} + \delta_{41}^T R_{4P} = -\delta_{51}^T P \quad (10)$$

ここに δ₁₁^T、δ₁₂^T……は図に示す値である。P、R_{1P}、R_{2P}、……は(a)図に示すようにくいに加わる力である。次に荷重を加える点を 2, 3, 4 と変化させて同様の手続をとれば(11)式がえられる。

$$\begin{aligned} \delta_{11}^T R_{1P} + \delta_{21}^T R_{2P} + \delta_{31}^T R_{3P} + \delta_{41}^T R_{4P} &= -\delta_{51}^T P \\ \delta_{21}^T R_{1P} + \delta_{22}^T R_{2P} + \delta_{32}^T R_{3P} + \delta_{42}^T R_{4P} &= -\delta_{52}^T P \\ \delta_{31}^T R_{1P} + \delta_{32}^T R_{2P} + \delta_{33}^T R_{3P} + \delta_{43}^T R_{4P} &= -\delta_{53}^T P \\ \delta_{41}^T R_{1P} + \delta_{42}^T R_{2P} + \delta_{43}^T R_{3P} + \delta_{44}^T R_{4P} &= -\delta_{54}^T P \end{aligned} \quad (11)$$

地すべりの圧力を H とすれば

$$R_{1P} + R_{2P} + R_{3P} + R_{4P} = H \quad (12)$$

(11)、(12)式を解いて R_{1P}、R_{2P}、R_{3P}、R_{4P}、P が H の関数として求められる。またこれららの値が求まれば曲げモーメント、変位などの諸量が計算できる。

e₅₁ は次のようにして求められる。

$$e_{51} = \frac{1}{3EI} h^3 \psi_{\Delta}(\beta h) \quad (13)$$

$$\psi_{\Delta}(\beta h) = \frac{(1 + \beta h)^3 + 1}{(\beta h)^3} \quad (14)$$

ここに、h: 点 1 と 5 の距離である。また、回転角 θ は次のようにして求められる。

$$\theta = \frac{1}{2EI} (h + \beta^{-1})^2 \quad (15)$$

S_{P1}、δ₁₁、δ₂₁、……は片持ばりのたわみから求めることができる。

くい頭の支持条件を単純支承とする代りに、P₀ の力で押したり、回転したりすることにより曲げモーメントを生じさせることができる。その場合には式を多少変化させればよい。

5 地すべり防止用ぐいの設計計算法(3)

図-1 のような組ぐいは一種のラーメンと見做すことができる。従って各メンバーを独立したものとして取り扱うことではなしに、全部が一体となって土圧力と反力をうけるものとして取り扱うことができる。

6 地すべり防止用ぐいの設計計算法(4)

有限要素法を用いて地すべり防止用ぐいの設計計算をする方法を例で示す。

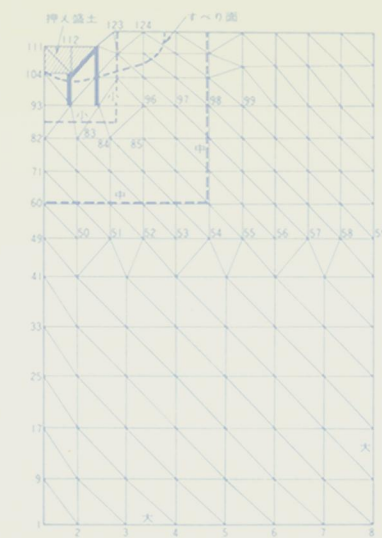


図-8 有限要素法による地すべり防止ぐいの解析

この例では直径 80cm のコンクリートの現場打ちぐいであるが計算の手法は全く同様である。まずモデルとして図-8 に示すような形のものを造る。次にこの各要素に重力を作用させる。そしてそのときのくいに働く応力と変位を求める。押え盛土がある状態でくいに働く応力と、押え盛土のない状態でくいに働く応力を別々に求め、両者の差をとればそれが所要のくいに働く応力となる。すべり面の位置の土の弾性係数は小さく、くいの弾性係数は大きくする。またすべり土塊は乱されているから弾性係数は小さくする。境界の支承条件が影響しないので一度に広い範囲まで広げなければならないし、くい体部分では少なくとも 4 列に分割しなければならないので計算機のメモリーが不足する。そこで範囲を大、中、小にわけて逐次境界を狭くしていく。計算の手順を表示すると、表-3 のようである。

表-3 有限要素法による解析手順

断面の状態	範囲 (図-8)	寸法 m	境界条件	摘要
押え盛土のある現断面	大	150×100	側面: ロール、底面: ロール	すべり面を無視
防止ぐいのある完成断面	大	150×100	側面: ロール、底面: ヒンジ	すべり面、くいあり
防止ぐいのない完成断面	中	52×50	側面: ロール、底面: ロール	変位を与える
押え盛土のある断面	中	52×50	側面: ロール、底面: ヒンジ	すべり面、くいあり
防止ぐいのある完成断面	小	27×21	側面: ロール、底面: ヒンジ	すべり面、くいあり
押え盛土のある現断面	小	27×21	側面: ロール、底面: ヒンジ	すべり面、くいあり

SEMINAR

解析の結果の一部を図示したものが図-9 である。

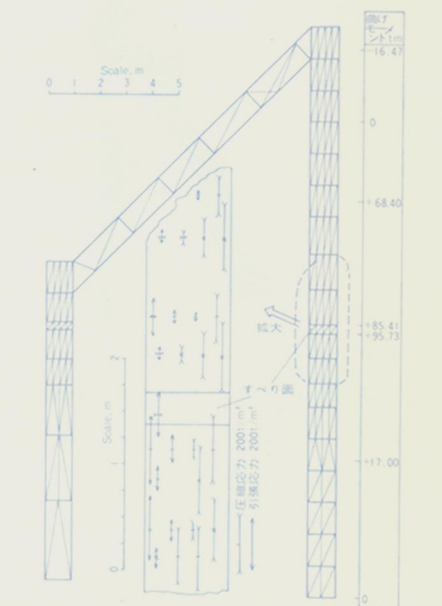


図-9

参考：高藤、山下、松尾：有限要素法による地すべり抑止杭の解析、道路、1971-12, p. 100

7 結び

すべり面のすでに発生した地すべりについての解析方法を示したが、地すべりが起こる可能性のある切り取り斜面については仮想すべり面について同様な計算が実施できる。しかも組ぐいにして頭部を押えたものと、押えないで自由しておくものとはくいに生じる曲げモーメントが大きく違う。頭部を押える方法としては組ぐいとアンカーがある。すべりが発生しない前に用心のためにくいで補強しておけば、すべり面発生による粘土の強度低下がなく、それだけ粘土のすべりに対する抵抗力が大きいから、くいの本数は少なくてすむ。このような工法は適用性が高いものと考えられるが、まだまだ研究すべき多くの問題を残している。この報告が鋼管ぐいの地すべりへの適用にあたっていささかなりとも参考になれば幸である。

ゴルフと眼鏡

3



私がメガネをかけるようになったのは、そう……8年ほど前です。練習していて、どうもおかしい。ボールの落下地点がわからないんです。

検査したらやはり思ったとうり。3ヶ月ほどしてメガネをかけてみたんですが、具合が悪くて、かけたりはずしたり、馴れるのに一年はかかりました。

いまではもうメガネは外せなくなりましたが、視力はメガネなしで左右どちらも0.2ぐらい。かけると1.5です。

ところで、メガネをかけてる人は、例外なく雨の日のゴルフがやりにくいとこぼします。レンズがぬれて、ふくのが大変というわけです。

ところがですね、私の場合は、メガネをかけてるのに、むしろ雨の日はいいんです。ゴルフの内容が、だんだんよくなるんです。

なぜかといいますと、私の性格はせっかちなんです。これはもうメチャクチャのせっかちです。その性格が、雨のおかげで少し気が長くなった。雨が降ると、当然レンズがぬれますね。そのぬれたレンズを小さな鹿皮でふくんです。この作業がいいんですね。

レンズをふきながら、じっくりやろう、ゆっくりやろうと思う。自分自身にいい聞かせながらプレーします。

そのうちに、雨なんか気にしない。降ればゆっくりやるから、プレーがよくなる。こう思うから、気持ちの上の余裕というんでしょうか、少しも雨が苦にならなくなったんです。

「禍転じて福となす」でしたか、ちょうどそんな感じです。メガネをかけて



るゴルファーの人たち、どうぞ私みたいな気持ちで、じっくり雨と取り組んでください。

こんな心境になるまで、私も苦労しました。いろいろ実験もしてみました。たとえばレンズにセッケンをつけたり、塗料をぬってみたり、ありとあらゆることをやってみたんですが、ダメでした。ですから、いまはただキレでふくだけです。

あれは5年ほど前でしたか、ためしにコンタクトレンズを入れてみたこと

石井 富志夫

(府中カントリークラブ所属)

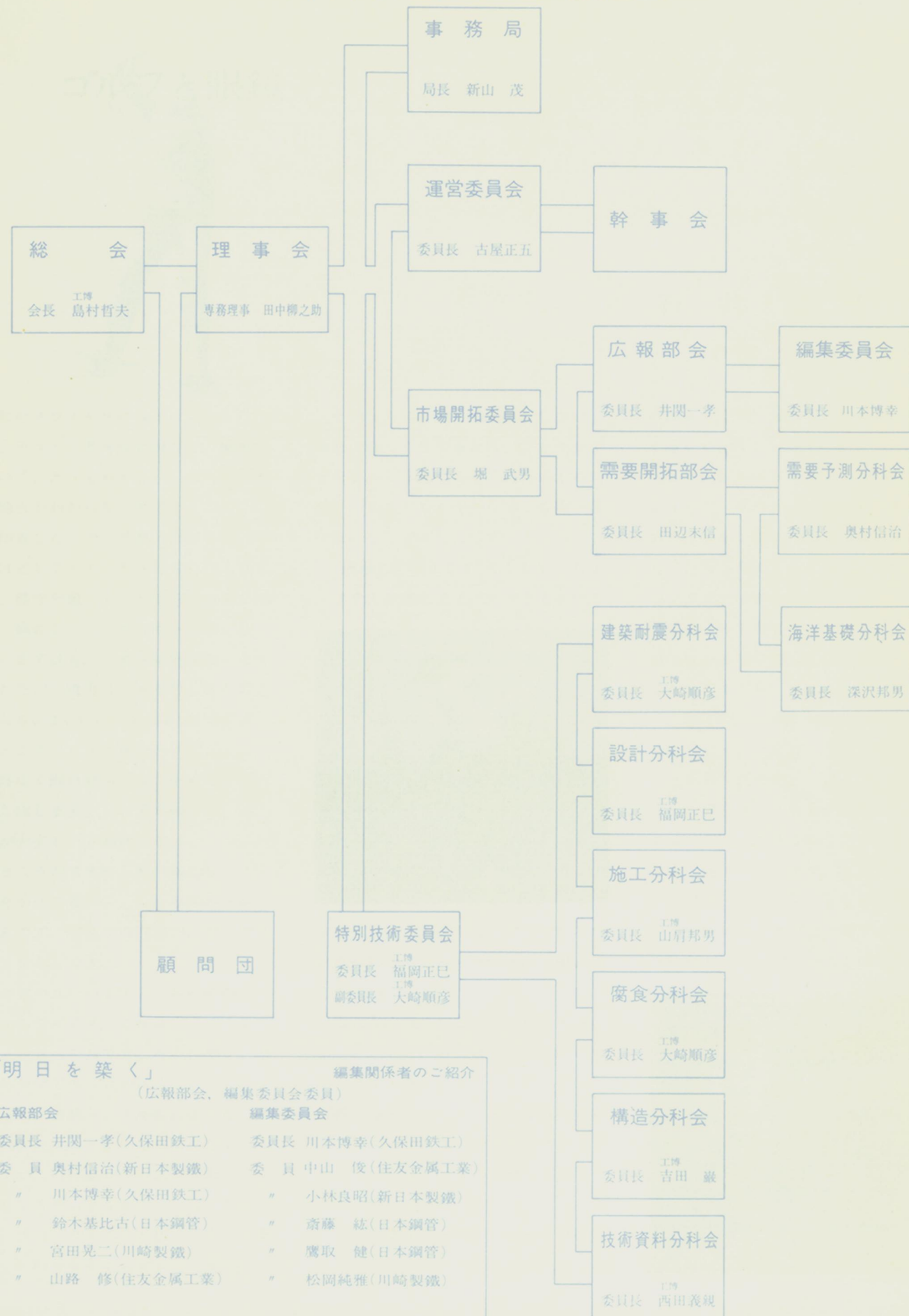
があるんです。入れたときは、しばらく痛くて、涙が出たりしましたが、それよりも何かのはずみでボロリと落ちるんです。私のホームコース府中の3番で、顔をこすったとたんボロリと落ちて行方不明になりました。それからコンタクトはやめたんです。

アメリカの人気プロ、アーノルド・パーマーも目が悪くて、最近ではメガネをかけてますが、メガネをかけたパーマーはイメージダウンだということで、やはりコンタクトレンズと併用しているとかいう話です。

私の場合は、メガネが割合いいと皆さんいってくださるので、ずっとこのままで通すつもりです。忘れてました。一つアドバイス、メガネをかけてるプレーヤーには、巾の広い帽子をすすめます。強い雨のときなどかなり防げます。

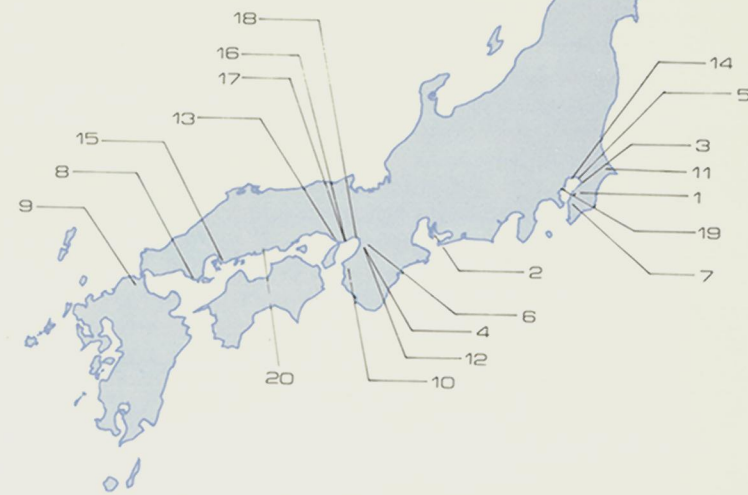
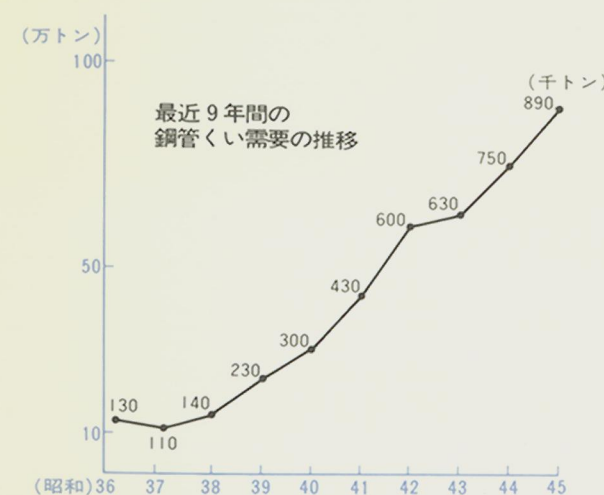


鋼管杭協会組織図



会員会社鋼管ぐい製造工場所在地および設備

社 名	No.	所 在 地	設 備
株式会社吾婿製鋼所	1	千葉製造所：千葉県市原市姉ヶ崎海岸7-1	スパイラル
川崎製鐵株式会社	2	知多工場：愛知県半田市川崎町1-1	スパイラル、電縫管
川鉄鋼管株式会社	3	千葉市塩田町地先	スパイラル、板巻
久保田鉄工株式会社	4	大浜工場：大阪府堺市築港南町10	スパイラル
	5	市川工場：千葉県市川市高谷新町4	スパイラル、板巻
株式会社酒井鉄工所	6	大阪市西成区津守町西6-21	板巻
新日本製鐵株式会社	7	君津製鉄所：千葉県君津郡君津町1054-2	スパイラル、U.O.
	8	光製鉄所：山口県光市大字島田3434	電縫管
	9	八幡製鉄所：北九州市八幡区枝光町1-1	スパイラル
住友金属工業株式会社	10	和歌山製鉄所：和歌山市湊1850	電縫管、ケージフォーミング
	11	鹿島製鉄所：茨城県鹿島郡鹿島町大字光750	U.O.E.
住金大径鋼管株式会社	12	本社工場：大阪府堺市出島西町2	板巻、スパイラル
	13	加古川工場：兵庫県加古川市東神吉町680	スパイラル
大径鋼管株式会社	14	東京都江東区新砂1-12-34	板巻
中国工業株式会社	15	第二工場：広島県呉市広町10830-7	板巻
東亜外業株式会社	16	第一工場：神戸市兵庫区吉田町1-4	板巻
	17	第二工場：神戸市兵庫区遠矢浜町1-19	板巻
西村工機株式会社	18	兵庫県尼崎市西長州東通1-9	板巻
日本鋼管株式会社	19	京浜製鉄所：横浜市鶴見区末広町2-1	電縫管、U.O.E. 板巻
	20	福山製鉄所：広島県福山市鋼管町1	U.O.E.

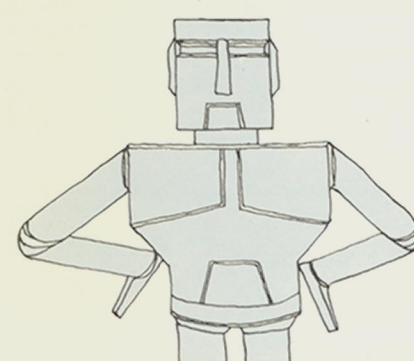


鋼管杭協会会員一覧 (50音順)

株式会社吾婿製鋼所	住友金属工業株式会社
川崎製鐵株式会社	大径鋼管株式会社
川鉄鋼管株式会社	中国工業株式会社
久保田鉄工株式会社	東亜外業株式会社
株式会社酒井鉄工所	西村工機株式会社
新日本製鐵株式会社	日本鋼管株式会社
住金大径鋼管株式会社	

明日を築く No.3

発行日 昭和47年9月30日
発行所 鋼管杭協会
東京都中央区日本橋茅場町
3-16(鉄鋼会館) 〒103
TEL03 (669) 2437
制作 株式会社 ニューマーケット
東京都港区西麻布3-21-3
〒106
TEL03 (402) 4174
(無断転載禁)



鋼管杭協会

