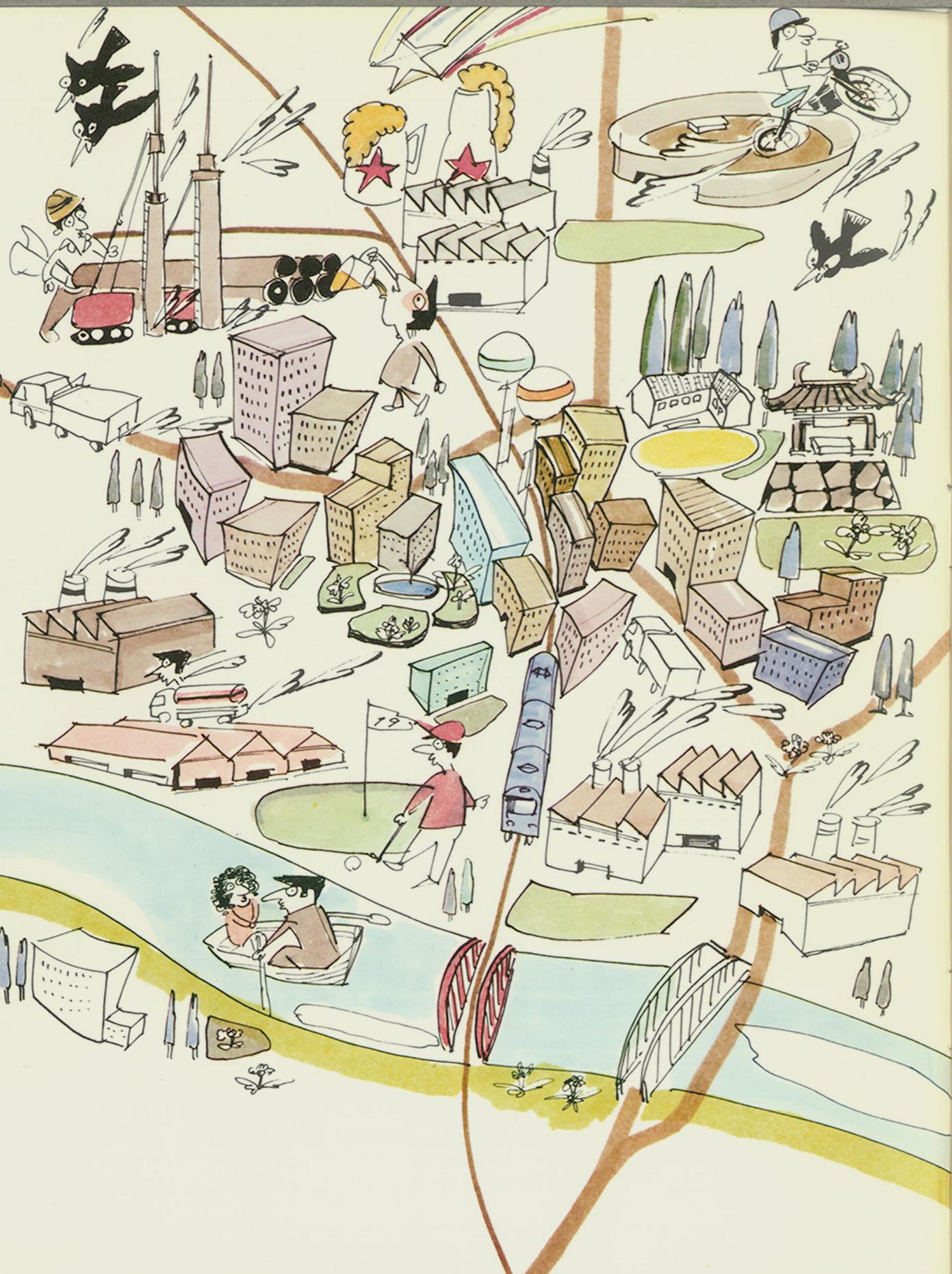


鋼管杭協会機関誌 No.13



# 川口芝園団地の絵図



## 表紙写真説明



- (A) 線路ぎわに建設される川口芝園団地
- (B) 着実に進められるくい打作業
- (C) 重量感あふれるJJPやぐら
- (D) 敷地内に林立する各種やぐら

## もくじ

●ルボルタージュ (13)	
日本住宅公団関東支社	
周辺住民を考慮した建設計画・日本住宅公団	
川口芝園団地.....	1
●ケーススタディ Q & A .....	5
●鋼管ぐいゼミナール (12)	
負の摩擦力の近接ぐいによる軽減効果.....	6
清水建設研究所主任研究員・井上嘉信	
●研究所を訪ねて (4)	
(日本国有鉄道鉄道技術研究所	
日本国有鉄道構造物設計事務所	
より安全に・より速く.....	10
●ずいひつ	
「日本沈没」の話.....	14
東京大学教授・大崎順彦	
●石井富志夫のゴルフのエッセンス	
続・出ないあなたへ.....	16
●組織図	
●会員紹介・奥付	

## 表紙のことば

膨張を続ける大都市・東京。この東京のヘッドタウンとして、今急ピッチで建設されているのが、川口市の日本住宅公団・川口芝園団地である。

周辺住民の生活環境を守りながらの建設作業は、こんごの都市部での建設計画のよき手本となろう。

## 編集MEMO

日一日と暖かさを増す今日この頃です。さて、今号では、最近とくに注目を集めているネガティブフレクションについて、その近接ぐいによる軽減効果と題する、清水建設研究所・井上嘉信氏のゼミナールと、これまた話題となった映画「日本沈没」の監修をされた東京大学教授・大崎順彦先生の映画にまつわるエピソードをつづった「ずいひつ」がハイライトです。じっくりと、また楽しくお読みいただけると思います。

## 周辺住民を考慮した建設計画

日本住宅公団・川口芝園団地

(日本住宅公団・関東支社)

世界一の大都市・東京。

人口1千100万人余、ここ数年というもの、人口増加はかつてほどの急増はしていない。都市への人口集中傾向がうすらできたというよりも、東京そのものの収容能力が、そろそろ飽和状態に達してきたとみるのは、早計であろうか。

乗り物に乗れば、どこも満員。ターミナルからはき出される人、人、人の波。

東京への通勤人口もその数に入れれば、昼間の人口たるや想像を絶する数となろう。

飽和状態に達した東京を中心に、スプロール化の現象も近年著しく、以前から東京のベッドタウンとして人口の集っていた神奈川県はもとより、最近この傾向のはなはだしいのが、北、西部地域・埼玉県、千葉県、茨城県などである。

これら地域における住宅の建設も、人口増加に比例して盛んに行なわれて

いるが、今回のルポルタージュでは、埼玉県川口市に建設中の日本住宅公団川口芝園団地に焦点を合わせた。

### 周辺住民の生活を守りながら続けられる建設作業

国電・京浜東北線に乗り、東京駅より北へ18km、約30分で蕨(わらび)駅に着く。

ここから線路ぞいに5分ほど歩くと、くい打機が20数本立ち並ぶ、川口芝園団地建設現場である。この団地は、行政区画としては川口市に属しているが、川口市の中心からはほど遠く、西北のはずれに位置しており、生活圏という意味では、むしろ川口市と隣接する蕨市との結びつきが強いといってよい地域である。

後にこの芝園団地建設工事と周辺住民とのかかわりについて触れるが、その前に建設地の周囲の状況について、その概略を説明しておこう。

北側は、国鉄の線路（東北本線、京浜東北線、貨物線）に接しており、列車騒音の影響をかなり受けている。西側は、ところどころに商店が混在する低層の木造住宅が密集している。南側

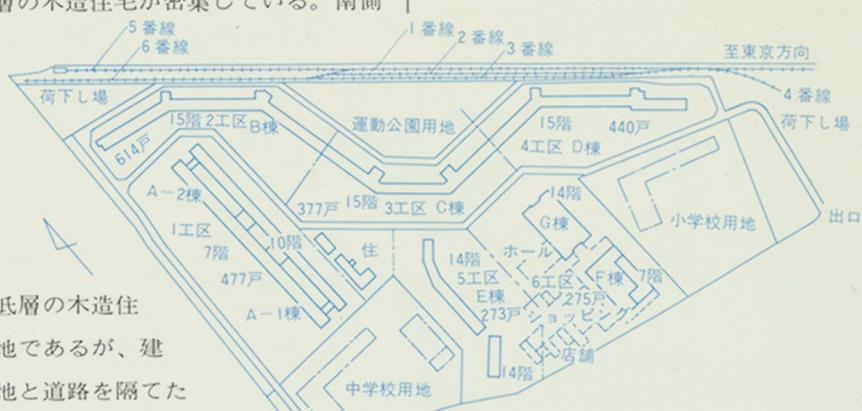
も低層の木造住宅地であるが、建設地と道路を隔てた向側には、4～5階建のマンションも建築されている。東側は、蕨駅前の繁華な商店街に連なっている。このように建設地区周辺は、住宅地域といってよい地域である。

また、建設地は、車両工場の跡地で約123,000m<sup>2</sup>、図のように国鉄の線路に面するところが最大辺となるような4辺形であり、地形は平坦である。

さて、このような建設地を日本住宅公団では、昭和46年に買い取り、以降建設計画を推し進めたのであるが、47年頃から周辺住民より、建設時の騒音、振動、そして建設資材の搬入、その他建設時の問題につき、住民の生活環境に影響のない方法で進めて欲しいとの要望があった。これに対し、住宅公団側も住民の生活に迷惑をかけない範囲で工事を行なうとして、次のような概要の取り決めが両者間で交されたのである。

- 車による資材の搬入にあたっては、一定の搬路による
- 砂利、砂、セメント、鋼管ぐい、鉄骨などの主要資材は、貨車により搬入する
- 主要資材以外の資材の搬入については、1日当り大型車40台程度とする
- コンクリートは、ミキサー車によらず、建設地内で作る
- くいの直打やぐらは、20基以下とする

川口芝園団地平面図



- くい打ちにあたっては、より音の少ない工法とする
  - 建設地境界には、一定の高さの防音壁を設ける
  - 作業時間は、冬期では午前8:30～午後5:00とし、夏期では午前8:00～午後6:00とする
- このような取り決め事項に従って、



公団では工事を進めているわけであるが、これによると、一般の工事にくらべ工期で約2倍、工費についても、かなりの増額になる。

しかし、公団側では、あくまでも周辺住民の生活を配慮し、これを了承したのである。

#### 幾重にも重なる複雑な地盤

48年8月にはじまった南側道路の改修工事を皮切りに、49年に入って早々から貨車による資材の搬入を開始し、11月にはくい打作業に入り、50年5月まで行なわれる。この建設工事は53年まで続けられ、同年春完成の予定である。

完成時の川口芝園団地の施設概要は、A棟からG棟までの7棟の住宅（最高層は15階）と附属の施設として、消防分署、派出所、郵便局、公民館、診療所、図書館、保育所、幼稚園、銀行、スーパーマーケット、諸店舗などがあり、その他に、ピロティ、自転車置場、ポーチ、アーケードと、ひとつの町としての機能を備えた高層団地となる予定である。

住宅戸数は、全2,456戸で1DKから3DKとなっている。

住宅の延べ面積、約160,000m<sup>2</sup>、その他諸施設を合わせると約170,000m<sup>2</sup>にもなるという、まさに大団地の出現である。

これらの施設予定地では、現在、20数基のくい打機が所狭しと立ち並び、中央にはコンクリート製造工場が建ち、その景観たるや威圧感さえ感じられる。



▲JJPを中心に行なわれる打設作業

しかし、この20数基という数の多さに比して、あたりが静かなのは、やはり周辺への配慮が如実に現われているためであろう。

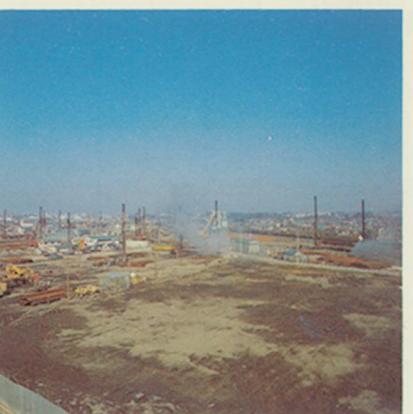
基礎工事に先だって、地表より45m付近まで、ボーリング調査を行なった。

これによると、予定地の標準的な地盤構成は、土質柱状図に見られるように、地表面から3.5m～20mまでは軟弱地盤を持ち、その下には2重の中間支持層を持つという複雑に地層が重なり合った地盤構成となっている。



支持層の決定にあたっては、深度20m～25mに存在するN値50の砂礫層では予定建築物が高層であり、単位平方メートル当たりにかかる荷重がかなり大きく、中間層の圧密沈下も考えられるので、最終的には、深度37m以下の砂礫層とした。

基礎ぐいの決定にあたっては、支持層が40m近くと、かなり深いこと、建物が高層であることから鋼管ぐいに決



▲うしろに線路を望む広大な敷地



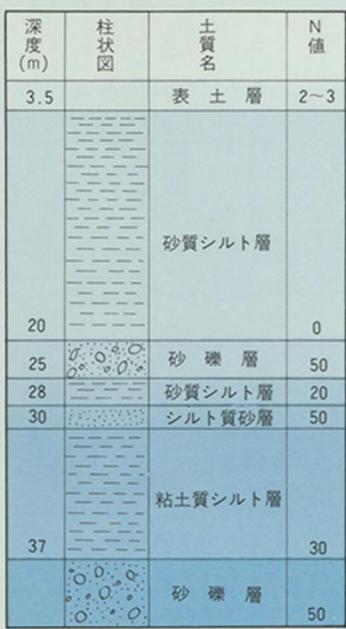
▲ひと目でわかる悪地盤



## ■川口芝園団地・钢管ぐい(φ500)の使用明細と数量

項目 棟名	くい長	単ぐいの構成 上ぐい+中ぐい1+中ぐい2+下ぐい	セット数
A-1	43m	11m (t=16)+10m (上3m:t=16) (下7m:t=12)+11m (t=12)+11m (t=12)	336
A-2	43m	" " "	356
B-2 3	41m	11m (t=16)+10m (上3m:t=16) (下7m:t=12)+9m (t=12)+11m (t=12)	459
C-1 2	41m	" " "	330
C-3	39m	11m (t=16)+10m (上3m:t=16) (下7m:t=12)+7m (t=12)+11m (t=12)	214
D-1 2	39m	10m (t=16)+10m (上4m:t=16) (下6m:t=12)+8m (t=12)+11m (t=12)	406
D-3	38m	10m (t=16)+10m (上4m:t=16) (下6m:t=12)+8m (t=12)+10m (t=12)	195
E	40m	10m (t=16)+10m (上4m:t=16) (下6m:t=12)+9m (t=12)+11m (t=12)	300
F	39m	11m (t=16)+10m (上3m:t=16) (下7m:t=12)+7m (t=12)+11m (t=12)	388

## ■土質標準柱状図



定された。

くいの設計にあたっては、同地が年間40mm~50mmに及ぶ地盤沈下が見られるので、くいの設計許容支持力(長期)はφ500について105t/本、φ800については200t/本とした。また、くいの横方向地盤反力係数は、土質調査結果から次のような値をとったのである。

$$k_h = 0.23 \sim 0.26 \text{ kg/cm}^3 (\phi 500)$$

$$k_h = 0.19 \text{ kg/cm}^3 (\phi 800)$$

なお、基礎下から8mまでをコンクリートで

リートづめにすることにより、钢管ぐいと一体となって水平力に抵抗するものと考えたのである。

ここに使用された钢管ぐい(φ500、φ800)の内訳は次の通りである。  
 $\phi 500 \times (16t) \times \ell (\ell = 7 \sim 11m)$

4本継ぎ  
約3,000セット、20,000トン  
 $\phi 800 \times (16t) \times \ell (\ell = 9 \sim 11m)$

4本継ぎ

約260セット、2,800トン

これらのくい打ちにあたっては、前述の周囲の状況を考慮して、できるだけ音の発生しない工法を採用しており、予定地内の最も住宅地に近い地域では、無振動無騒音JJP(Jet and Jacki Pipe)工法を、そして、他の地域においては、中掘工法を採用している。

中掘工法であるため、4本継ぎのくいのうち、直打ちできるのは、最上ぐいだけという制約があり、工事のスピードアップということは、ここ川口芝園団地に関するかぎり、無理のようであった。

また、都内へ10数分という便利のよさを考える時、一時も早くこれが完成し、人々の安住の地となることを願って現場を後にしたのである。

なお、基礎下から8mまでをコンクリートで

## 中掘 直打 JJP

1工区	3	2	—
2工区	2	1	1
3工区	3	1	—
4工区	2	1	—
5工区	1	1	1
6工区	1	1	1
計	12	7	3

昨年11月より開始されたくい打作業は、これまでのところ順調にすすめられており、中掘で平均2.5本/日、JJPで平均1本/1.5日と、ゆっくりではあるが、確実に行なわれている。

防音壁により、周囲から遮断され、20基ものくい打機が林立する、この川口芝園団地建設現場を見渡す時、住宅地域における、人間の生活を守りながらの建設作業の今後は、時間と費用が多少かかろうと、こういった公団のような姿勢がぜひとも必要なだと痛感する。

また、都内へ10数分という便利のよさを考える時、一時も早くこれが完成し、人々の安住の地となることを願って現場を後にしたのである。

## ケーススタディ钢管ぐい

# Q&A



钢管ぐいの施工時に発生する騒音と振動が周辺の環境に及ぼす影響について教えて下さい。



騒音と振動による影響については、音の質、振動の質、行っている作業内容、生活環境、個人的状態(年令、性格)、心身の状態などにより、大きく作用されるので、簡単には説明できませんが、以下に、钢管ぐいの施工現場で、直打ち及び中掘工法別に測定調査された資料を示しますので参考にして下さい。なお、土質柱状図は、図1に示す通りです。

くい打工法と騒音、振動の測定位置については表-1に示す通りで測定結果を図示したものが図2~図5です。

測定結果から推測される事を列記しますと下記の通りとなります。

i) 図2より騒音は直打ちに比較して中掘工法を併用した方が少し小さくなっていますが、減衰傾向は大差なく、85ホン(A)以下になるのは、くい打地点から約100mの位置です。

ii) 図3より中掘工法自体の騒音は殆んど暗騒音に近く、くい打地点から35mの位置でも70ホン(A)以下となり、騒音公害をできるだけ少なくするため

くい打工法	くい長	くい打地点からの測定距離					
		騒音	振動	10m	20m	30m	40m
直打	42m	35m、180、250、300	10m、20、30、40、50 75、100、150、200				
中掘(27m)	42m	35m、180、250、300	10m、20、30、40、50 75、100、150、200				
中掘(36m)	51m	35m、180、250、300	10m、20、30、40、50 75、100、150				

表-1

注 1) 钢管ぐいサイズ φ500×9t  
2) ディーゼルハンマー 神戸K-42

に、中掘工法を深くして、極力ディーゼルハンマーの使用時間を短くするのが望ましい。

iii) 図4より直打時の振動速度(垂直方向)の減衰率が推測できます。また中掘工法を併用する事によって、くい打地点近くの振動速度を大幅に低減できる事がわかります。

iv) 図5よりくいの打込長さによる振動速度の変化は、顕著にはあらわれて、いませんが、中掘工法併用によって、くい打地点近くの大きな振動速度を大幅に低減できますので、全体として振動速度が非常に小さくなります。

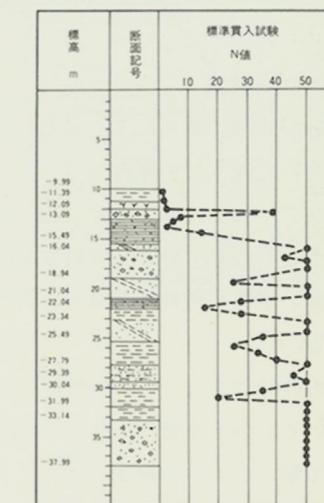


図-1

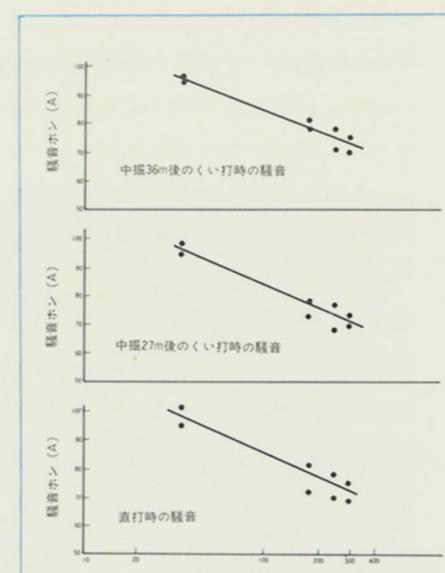


図-2 騒音と測定距離

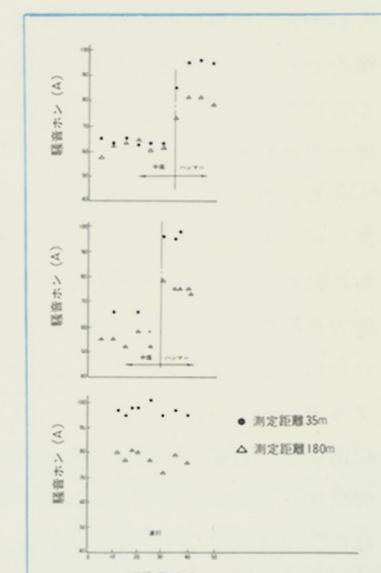


図-3 騒音と打込長

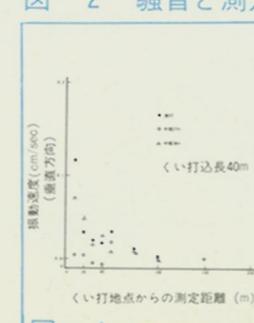


図-4 振動速度と測定距離

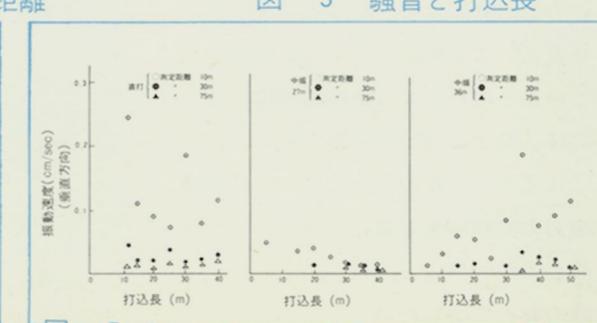


図-5 振動速度と打込長

# 負の摩擦力の近接ぐいによる 軽減効果

清水建設(株)研究所 主任研究員  
井上 嘉信

## 1. はじめに

くいが次第に接近してくると、それらのくいに働く負の摩擦力(ネガティブフリクション)は、单ぐいのそれよりも小さくなり、いわゆる近接ぐいによる負の摩擦力の軽減効果があらわれてくる。

この軽減効果は、くいの間隔と接近しているくいの本数などくいの配置によって変り、くいの配置によっては单ぐいの場合の数パーセントまでも軽減することができる。したがって、長いくいで負の摩擦力が相当に大きくなる場合でも、この効果を上手に利用することによって、安全で経済的なくい基礎の設計が可能である。

一方、負の摩擦力を軽減する方法には、くい表面にアスファルトなどを塗布したり、二重管にしたりして負の摩擦力を断ち切ろうとする方法や、摩擦ぐいにして負の摩擦力を小さくしようとする方法などもあるが、これらの方法に比して、近接ぐいによる軽減効果を利用する方法は、実施上の問題も特になく、現状では最も実用的方法といえるようである。しかし、今までのところこの軽減効果に関する理論的解明や実測による検証が、十分に行なわれているとはいはず、実際の利用に当つては、慎重な検討が必要である。

ここでは、近接ぐいにおける負の摩擦力の実測結果を基に、軽減効果の性状と実用的算定方法について述べ、設計の参考に供したい。

## 2. 近接ぐいでの負の摩擦力の実測結果

近接ぐいにおいて負の摩擦力を実測した例は極めて少なく、そのうちでも单ぐいとの比較が行なわれているのは2例しかみられない。1つは国鉄東京第三工事局が、多数の近接ぐい状態で行なった例<sup>1)</sup>(以下A例という)と、他の1つは清水建設研究所が、数本の近接ぐい状態で行なった例<sup>2)</sup>(以下B例という)である。

以下、これらの実測結果を基に、近接ぐいに働く負の摩擦力の大きさ、深さ方向の分布、それらの経時変化などについて述べる。

### 2-1. 軸力の大きさとその分布

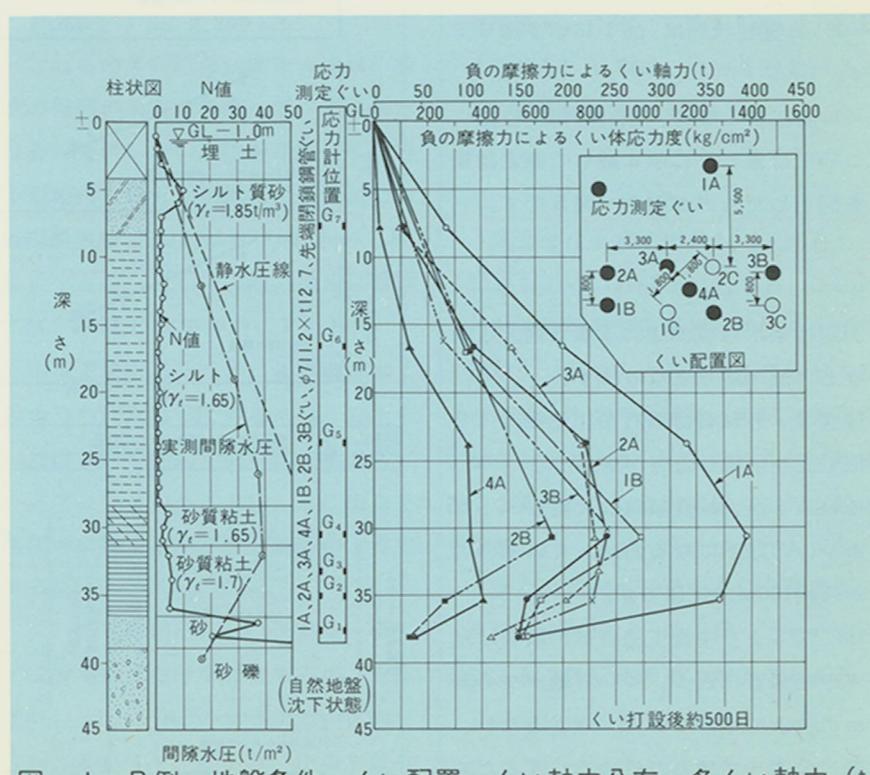


図-1 B例 地盤条件、くい配置、くい軸力分布 各くい軸力(t)

B例は、单ぐい1本、2本ぐい2組と5本ぐい1組で、くい間隔はくい径の2.5倍、くい頭荷重はなく実測くい軸力や沈下は全て負の摩擦力によるものである。くい打設後約500日でのくいの軸力分布は、図-1に示すとおりで、近接ぐいの軸力分布は单ぐいのそれとよく似た形をしている。軸力の大きさは、近接ぐいの本数が多くなるほど单ぐいより小さくなり、2本ぐいでもかなりの軽減効果が認められる。軸力分布の経時変化は、図-2に示すように、くい打設後150日頃までは比較的急増し、それ以後は緩やかになるが500日後でも漸増傾向にある。この漸増傾向は、他の单ぐいの実測例からみ

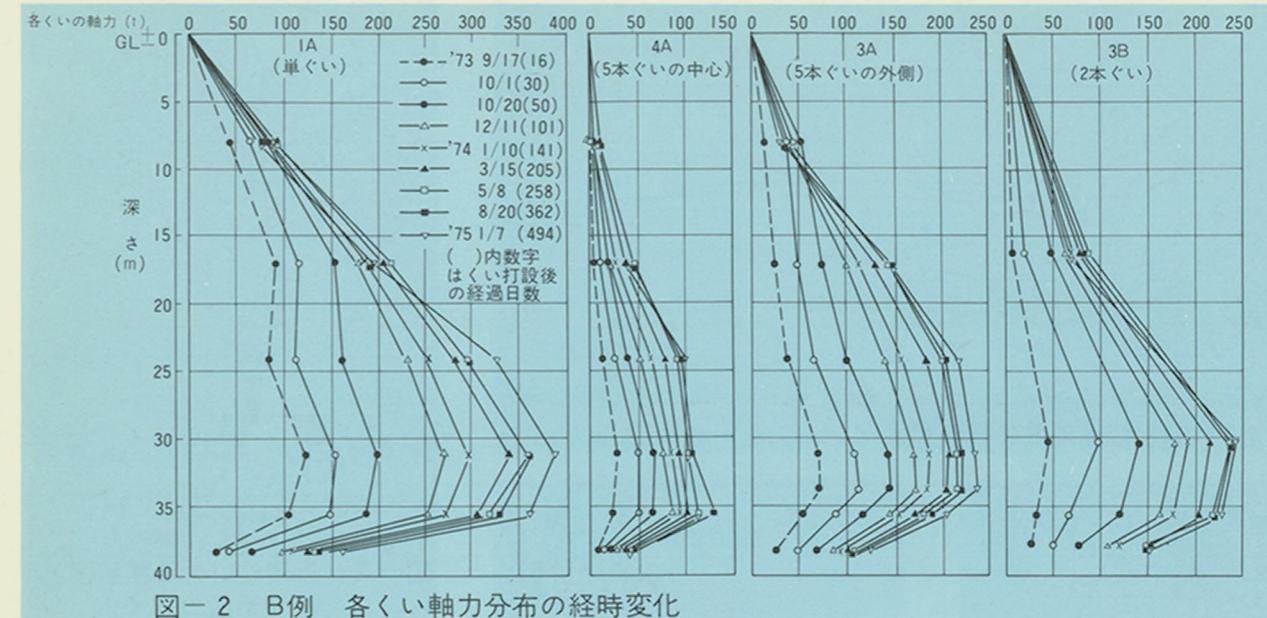


図-2 B例 各くい軸力分布の経時変化

ても数年間は続くものと考えられる。

以上は数本の近接ぐいの場合であるが、多数の近接ぐい状態の場合としてA例の結果をみると、図-3のようにになっている。A例は実際の橋脚の基礎で測定されたもので、くいは38本と多く、くい頭荷重として約60t作用しているが、図-3はこの荷重分を除き、負の摩擦力による軸力だけで示してある。この図によると、近接ぐいのうちでも特に中心部のくいでは、軸力が極めて小さく、分布はB例のように单ぐいとのきれいな相似性がみられない。

また、軸力の増加は、150~200日まで

ている。

## 2-2 軽減効果とその経時変化

B例で、近接ぐいの最大実測軸力と单ぐいのそれとの比(近接ぐいの軽減効果)を求め、この比の経時変化をみると図-4のようになり、軸力の増加が大きかった150~200日後までは変動しているが、それ以降はほとんど変化がなく一定値で推移している。この傾向はA例の場合もほぼ同じである。

実測結果で軽減効果をどのように考

べるかは、いろいろの考え方ができるのでむずかしいところであるが、設計では单ぐいの最大軸力を基にして近接ぐいの検討を行なうことが多い、こ

こでは前記のように各くいの最大実測軸力の比で軽減効果を考えることにする。軽減効果をこのように考え、A・B例の結果をくいの位置別に示すと図-5、6のようになる。これらの図によると、2本ぐいで单ぐいの0.6~0.75倍、5本ぐいの外側で0.5~0.6倍、5本ぐいの中心で0.25倍、多数ぐいの外側で0.25~0.5倍、多数ぐいの内側で約0.05倍となっていて、近接ぐいによる負の摩擦力の軽減効果はくいの配置によって相当に変っているが、この効果は極めて顕著にあらわれ、設計上十分利用し得るものであるといえよう。

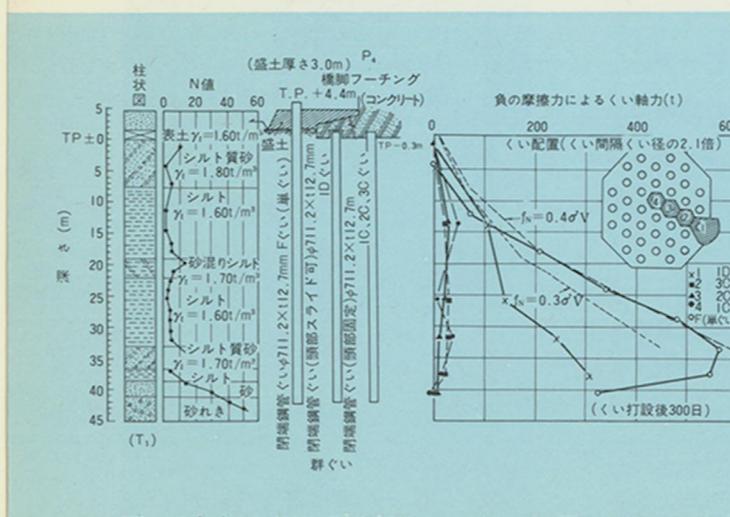


図-3(a) A例 P4橋脚での実測結果

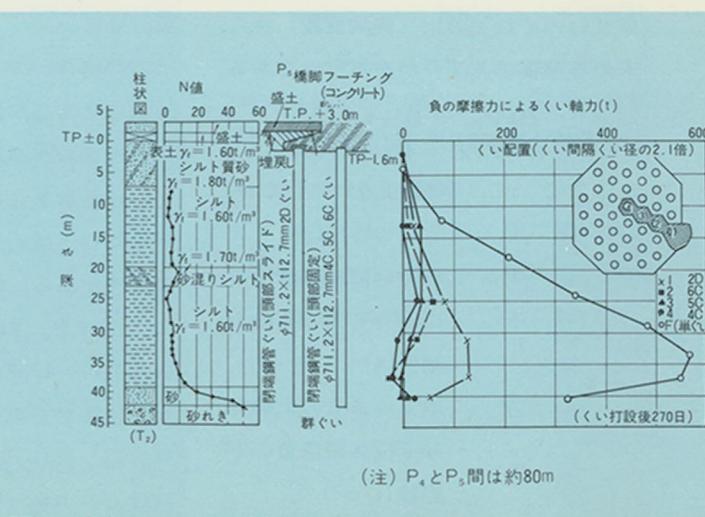


図-3(b) A例 P5橋脚での実測結果

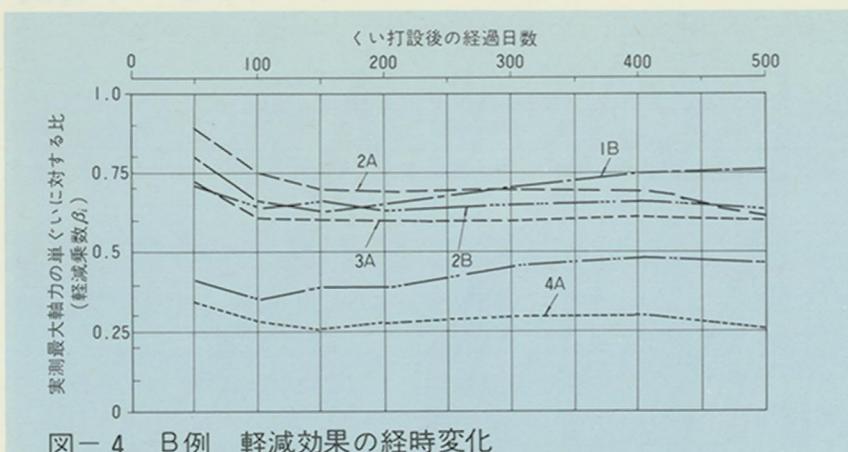


図-4 B例 軽減効果の経時変化

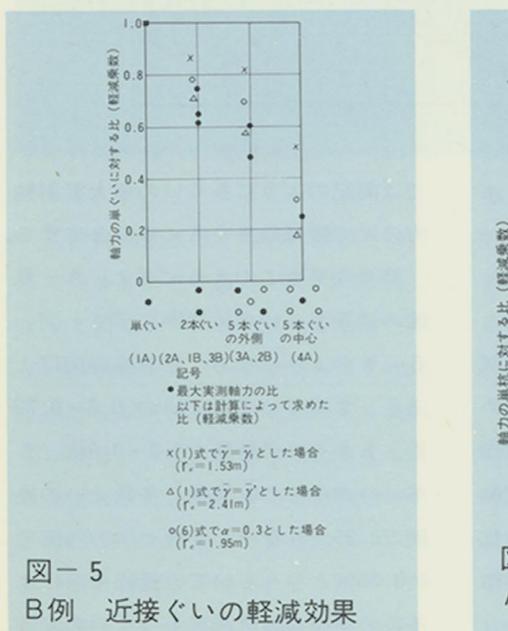


図-5  
B例 近接ぐいの軽減効果

### 3. 軽減効果の検討方法

近接ぐいにおける負の摩擦力の軽減効果を検討する方法としては、(1)式による等価重量負担半径 $r_e$ を用いて、図-7に示すような各くいの負担範囲と单ぐいのそれとの比(軽減乗数)から求める遠藤の方法<sup>3)</sup>があるだけである。

$$r_e = \left( \frac{D P_{FN}}{\bar{\gamma} \psi \ell_n} + \frac{D^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

ここで  $r_e$  : 等価重量負担半径(m)

$D$  : くいの外径(m)

$P_{FN}$  : 单ぐいに負の摩擦力によって生じる最大軸力(t)

$\bar{\gamma}$  : 中立点までの土の有効単位体積重量の平均値( $t/m^3$ )

$\psi$  : くいの周長(m)

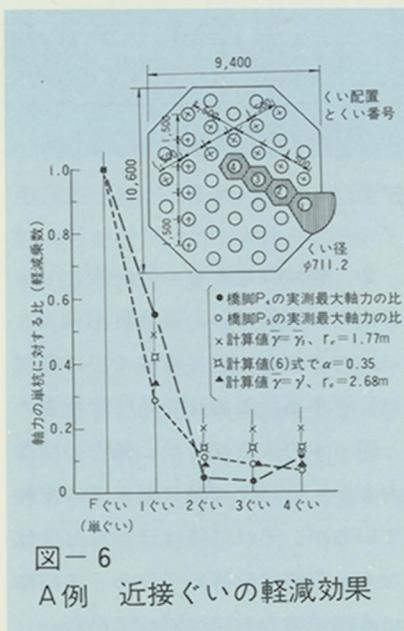


図-6  
A例 近接ぐいの軽減効果

$\ell_n$  : くい頭から中立点までの距離(m)

図-7の軽減乗数 $\beta_i$ を $P_{FN}$ に乘じて各くいの負の摩擦力による最大軸力を求め、この最大軸力を基に近接ぐいを設計する。

この場合、(1)式の $\bar{\gamma}$ としてどのような値を考えるかは、重要な問題であつて、大きな $\bar{\gamma}$ を採れば $\beta_i$ は大きくなるが、小さな $\bar{\gamma}$ を採ると $\beta_i$ は小さくなり近接ぐいの最大軸力を過小に推定する可能性がある。例えば、B例の2本ぐいについて、 $\bar{\gamma}$ として湿潤重量 $\gamma_t$ を用いると $r_e = 1.53m$ で $\beta_i = 0.87$ であるが、水中重量 $\gamma_w$ を用いると $r_e = 2.41m$ で $\beta_i = 0.73$ となり、図-5にみるように実測値より小さく、危険側の $\beta_i$ になつてゐる。なお、 $\gamma_t$ では安全側に過ぎないと

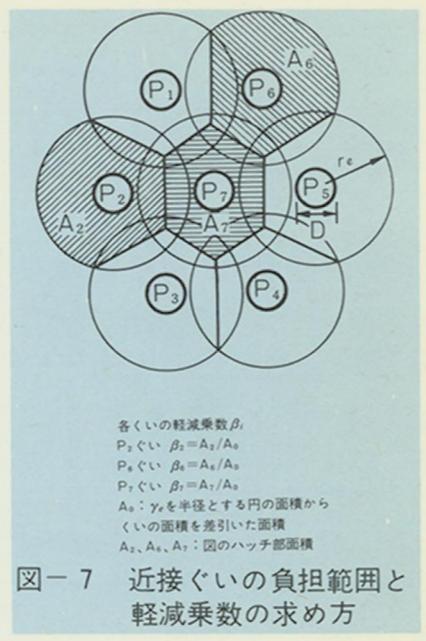


図-7 近接ぐいの負担範囲と軽減乗数の求め方

いえる。

地盤沈下を生じている所では、軟弱地層の間隙水圧は静水圧より低く、例えば図-8のように低下している。したがって、 $\bar{\gamma} = \gamma' = \gamma_t - \gamma_w$ ( $\gamma_w$ : 水の単位重量)とすることには問題があり、図-8や有効土被り圧からの逆算などからみると、 $\bar{\gamma}$ としては $\gamma_t$ から(0.7~0.9) $\gamma_w$ を差引いた値がよいようで、平均的には、(2)式による $\bar{\gamma}$ が適当である。

$$\bar{\gamma} = \gamma_t - 0.8\gamma_w \quad (2)$$

一方、負の摩擦力は(3)式で表わされ

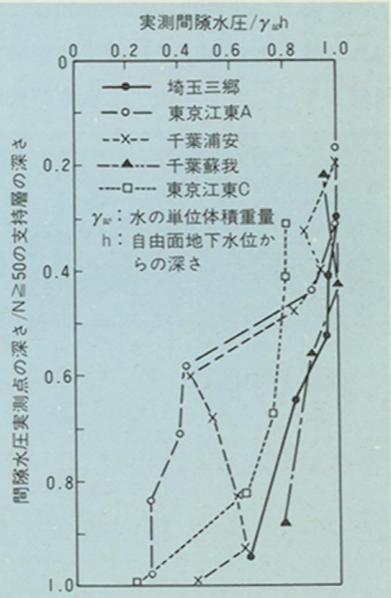


図-8 地盤沈下地帯の間隙水圧実測例

ることはすでに知られているところである。

$$f_N = \alpha \sigma'_v \quad (3)$$

ここで、 $f_N$  : 単位面積当たりの負の摩擦力( $t/m^2$ )

$\alpha$  : 比例定数で、例えば下表<sup>4)</sup>のような値を探る

沖積粘性土における打込みぐいに対する $\alpha$

土質名	砂分の含有率(%)	$\alpha$ の値
粘土あるいはシルト	20以下	0.25~0.35
砂質粘土あるいはシルト	20~50	0.35~0.55
砂質土(N<10)	50~70	0.55~0.65

$\sigma'_v$  : 鉛直有効応力( $t/m^2$ )

中立点までの平均鉛直有効応力 $\bar{\sigma}'_v$ が、(4)式で求められるとすれば、 $P_{FN}$ は(5)式となり、 $r_e$ は(6)式のようになる。

$$\bar{\sigma}'_v = \frac{1}{2} \bar{\gamma} \ell_n \quad (4)$$

$$P_{FN} = f_N \psi \ell_n = \frac{1}{2} \bar{\alpha} \bar{\gamma} \psi \ell_n^2 \quad (5)$$

$$r_e = \left( \frac{1}{2} \bar{\alpha} D \ell_n + \frac{D^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

ここで、 $\bar{\alpha}$  : 中立点までの $\alpha$ の平均値、他は(1)式と同じとする。

(6)式は、中立点の深さ $\ell_n$ と負の摩擦力を求めるときに用いた $\alpha$ の平均値とから、 $\bar{\gamma}$ とは直接関係なく $r_e$ を求め

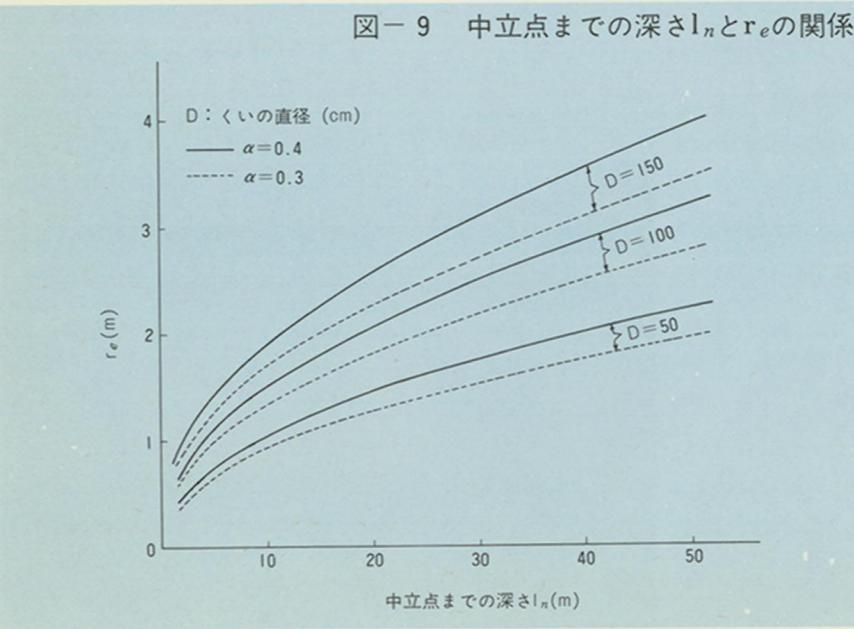


図-9 中立点までの深さ $\ell_n$ と $r_e$ の関係

めに、外周ぐいがフーチングにぶらさがる格好になり、外周ぐいの頭部に大きな引張り力が働き、くいがフーチングから抜けたり、フーチングにきつが入ったりすることがある。また、同一構造物の基礎で、くいの本数が違うことも好ましいことではない。

近接ぐいには、これらのような今後究明されるべき点や注意点があるが、近接ぐいによる軽減効果には、他の軽減方法に劣らぬ信頼性や安定性が考えられ、実用的な面からすれば、積極的な活用を図っていくべきであろう。

### ■参考文献

- 岡部達郎：軟弱な地盤および地盤沈下対策のための調査・試験、軟弱な地盤沈下地帯における自動化ヤードの計画およびこれに関して行なった実験的研究、鉄道技術研究報告、No.897、1974.
- 岡部・鬼頭・坂東・山本：ネガティブフリクションの算定とその対策、基礎工、1974.1.
- 小林・井上：東京下町低地におけるネガティブフリクションの測定例—その1単杭、その2近接杭の影響、日本建築学会大会講演集、1974.
- 井上嘉信：チュウ積層が厚い軟弱地盤での負の摩擦力とクイの設計、土と基礎、1974.8.
- 遠藤正明：鋼グイ—鋼グイ研究委員会報告、土質基礎工学ライブリー6、1969.9.
- 井上・小林・玉置：杭に働く負の摩擦力の性状に関する考察、清水建設研究所報、第24号、1975.4.

# 研究所を訪ねて

日本国有鉄道鉄道技術研究所  
日本国有鉄道構造物設計事務所

4



## 『より安全に・より速く』

東海道新幹線にひき続き、これを延長する形で、去る3月10日、山陽新幹線が開通した。日本の大動脈といえる総延長1,000kmを越える新幹線網の第一歩のスタートである。

この新幹線に代表される日本の鉄道技術は、世界一といわれ、実際にヨーロッパなどからも見学者がひんぱんに訪れている。

日本の鉄道の歴史は、明治初期の新橋一品川間の開通にはじまる。

以後、今日の新幹線に至るまでめざましい発展を遂げ、世界一といわれるようになったのも、たゆまざる研究と努力のたまものに他ならないだろう。

そこで、今回は、これら鉄道の基本的な研究を総括して行なっている日本国有鉄道鉄道技術研究所（鉄道技研）と、実務的に国鉄の構造物全般の設計、構造審査を行なっている日本国有鉄道構造物設計事務所をお訪ねした。

東京都国分寺市の鉄道技研国立本所は、しのび寄る春に心なしか樹々も生きかえたような生気を感じる。

なるほど鉄道技研という名の通り、研究所のあちこちにレールが敷かれ、古い型の車両が近代的なビルの谷間に忘れられた遺跡のように置かれている。

明治40年4月帝国鉄道庁鉄道調査所

の名称で、現在の汐留駅構内に創設された鉄道技研は、大正2年、官制の改正により鉄道院総裁官房研究所と名称を変更、はじめて研究所という名称となった。そして昭和17年、鉄道技術研究所として独立機関となり、24年には公共企業



▲斜面崩壊実験槽

体としての日本国有鉄道が誕生し、本社に直結した研究所となった。その後、研究室制をとるとともに、34年には国立に本部を移し、現在に至るのである。

現在は、国立本所の他に、浜松町荷造包装実験所、日野土木実験所、神奈川県大磯に二宮直流遮断実験所、新潟県に塩沢雪害防止実験所、北海道に札幌雪害防止実験所、狩勝実験線と各地に諸施設を置いており、保原光雄所長の下に800余名の所員が研究を続けている。

鉄道技研は、本来の鉄道技術にとどまらず、あらゆる分野の研究を行なつており、新らしい技術的な問題が生じたときには、衆知を集めた総合的な研究を行なうことができるという特長を持っている。それを立証するように同研究所には、34にも及ぶ研究室が置かれている。

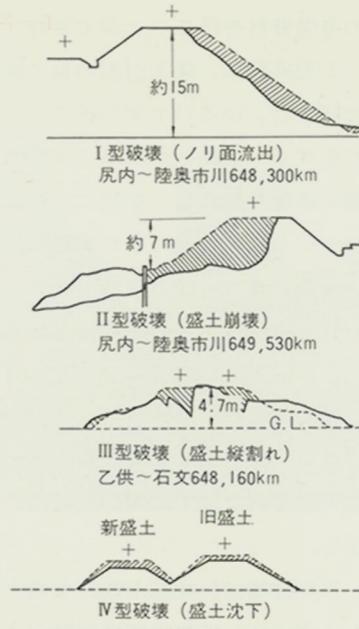
この数ある研究室の中で、今回は、土質研究室をお訪ねし、渡辺進主任研究員にお話をうかがった。

である。

同研究室では、これまで斜面崩壊対策、路盤とスラブ軌道の関係、構造物基礎の問題、軟弱地盤対策、耐震盛土構造などの研究を続けてきているが、ここでは大型振動台による、十勝沖地震の際に生じた破壊の再現と対策工法の効果判定のための盛土振動実験のごく一部を紹介しよう。

この実験は、十勝沖地震で生じた4つの破壊形式を再現し、破壊の原因を究明し、ついで破壊の原因に対応して有効と思われる各種対策工法の効果判定実験を行ない、その効果を明らかにしたものである。

これに用いた大型振動台は、その上



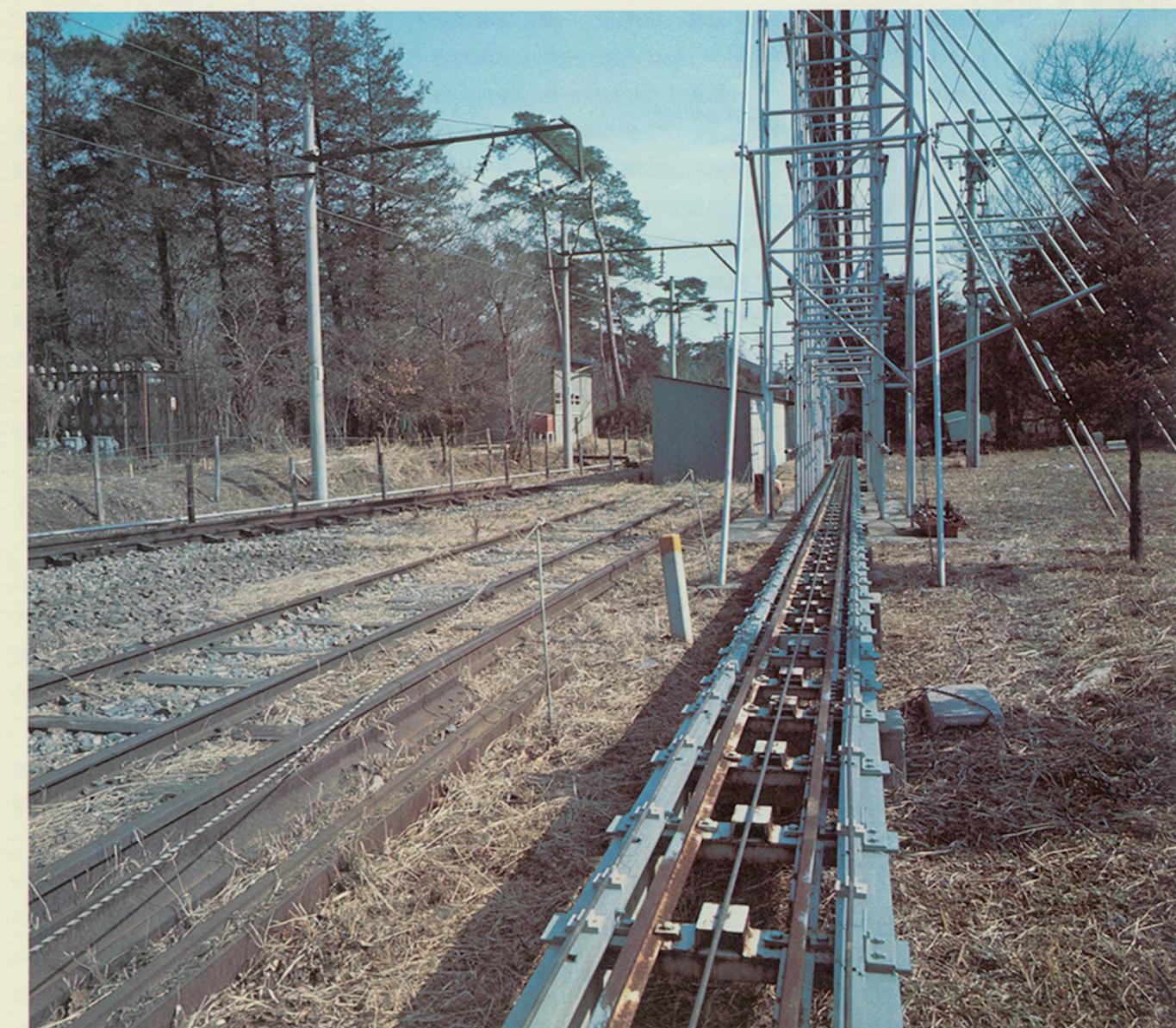
図一 盛土破壊形式

▶大型振動台



に作られる地盤の強度が、水圧を利用してコントロールできる機構となっている。

地震による盛土の被害形式は、図-Iに示すようにI型破壊(ノリ面の流出)、II型破壊(盛土本体の崩壊)、III型破壊(盛土縦割れ)、IV型破壊(盛土の全般的沈下)に大別できる。



▲線路ぎわに設けられた脱線実験線

I型破壊は崩壊の中で最も件数の多いスベリで、ゆるい土羽部が滑落したものである。II型破壊は盛土が軟弱地盤上に乗った場合に生じ、崩壊は盛土本体内部にまで及んでいる。III型破壊は盛土中心線にほぼ平行する地割れが発生した崩壊である。IV型破壊は軟弱地盤上の盛土にみられたもので、盛土全体が沈下を示したものである。

表-1 盛土破壊再実験の種別

実験 No.	目的	地盤条件			盛土条件
		飽和	不飽和	固い	
1	II, III, IV型再現	○			○
2	*	○			○
3	III型再現	○			○
4	I型再現	○			本体固く 土羽部軟い
5	I型再現 (降雨のある場合)	○	○		
6	IV型再現	○	○		盛土底部に砂 石層敷込む
8	IV型再現	○	○	○	
12	IV型再現	N	左(東)側 ○	右(西)側 ○	

実験は表-1に示すように8回行なった。加振条件は100Galでスタートし、10秒後は200Gal、20秒後は300Gal、30秒以後終了時までは連続して400Galとした。この実験にみられた著しい特徴は間げき水圧の挙動であり、とくに盛土中心底部では加振数秒後から急激に増大し、最高値は有効土被り荷重の95%を示した。これにくらべると砂利層に接している地盤底部と地盤中央部では間げき水圧の上昇は小さいが、地盤中央では、動的側方流動の影響を受けるためか間げき水圧の振幅がかなり大きく出る。加振5秒ではほぼ有効土被り荷重に等しい間げき水圧が生じている。破壊形は図-1に照らしてみるとIII型となるが、II型移行の気配もうかがえる。破壊再現実験により次のように盛土の破壊機構が明らかにされ、対策工法実

験の準備資料を得ることができた。

- (1) I型破壊は、盛土内部の良く締つた部分と、ゆるい土羽の境でスベリが生ずる。振動前の降雨により土羽部の底部が飽和し、振動により間げき水圧が発生し、このため降雨のない場合に比べ一段と破壊が大きい。
- (2) II型破壊は、地盤の片側が軟らかく、片側が堅い場合、発生しやすい。
- (3) III型破壊は、地盤がそれほど軟弱でなくとも、沈下を別に考えると盛土の底部が水分で飽和した場合に生ずる。

- (4) IV型破壊は、地盤が軟弱な場合かららず生じ、地盤の側方流動により沈下が顕著に生ずる。
- (5) 破壊の経過は、初期の段階はまず盛土と地盤の境のうちで、両側のノリ面直下でスベリが生じる傾向である。もしこの面が飽和していれば、振動により間げき水圧が上昇して、有効圧力が減少し、せん断強さが低下してスベリが生ずる。次の段階で時間が遅れて地盤の中でも間げき水圧が高くなり、地盤が液状化し、盛土の重量により、地盤が側方へ流動して盛土の沈下が顕著に生ずる。

- (6) 沈下はいずれの実験でも生じている。加振加速度とあまり関係なく時間に比例して生じている。また、地盤の強度に逆比例して貫入強度が小さいほど沈下が大きい順当な結果となっている。実験の際の盛土の沈下は、軟弱地盤の圧密沈下とは異なり、盛土中心下の沈下は少なく、ノリ面下の地盤の側方流動によることが実験後の掘削により明らかになった。

からざるものであることが立証されたのである。

新宿駅南口を出ると、目の前は甲州街道がちょうど国鉄線路の上を横ぎっている。ここ南口前にそびえる13階建ての国鉄新宿ビルの中に、構造物設計事務所がある。

構造物設計事務所は、明治40年4月帝国鉄道建設部技術課として誕生、大正2年、鉄道院建設部設計課と名称を変更、同8年鉄道院総裁官房研究所設計室と鉄道技研と同じ道をたどって、昭和24年、日本国有鉄道施設局特殊設計課となり、32年、日本国有鉄道構造物設計事務所として独立したのである。

現在の構造物設計事務所は池田俊雄所長を頂点に約90名の所員が、庶務、軌道、鋼構造、コンクリート構造、基礎・土構造、地下構造、建築、合成構造と各セクションに、熱心に研究ととり組んでいる。

同事務所の主業務は、特殊構造物の設計、構造物審査および設計指導。構造物の設計にかかる調査、構造物等の規格、図面等の作成。一般の委託による陸運に関する特殊構造物等の設計および構造審査などである。

今回は、野口 功次長、基礎構造主任技師森重龍馬両氏をお訪ねした。

同事務所基礎構造においては、これまでさまざまな基礎の設計を続けてきているが、ここでは、その中の東北新幹線大河原橋梁の設計の概要を紹介しよう。

図-2に示す大河原橋梁は、東北新幹線白石一仙台間の軟弱地盤に計画中の耐震用特殊形式の橋梁である。

現地の地形は図-2に示す通りであり、長さ180m、深さ20mのU型の谷が極めて軟弱なビートおよび粘土で埋められたものである。基盤は第3紀の凝



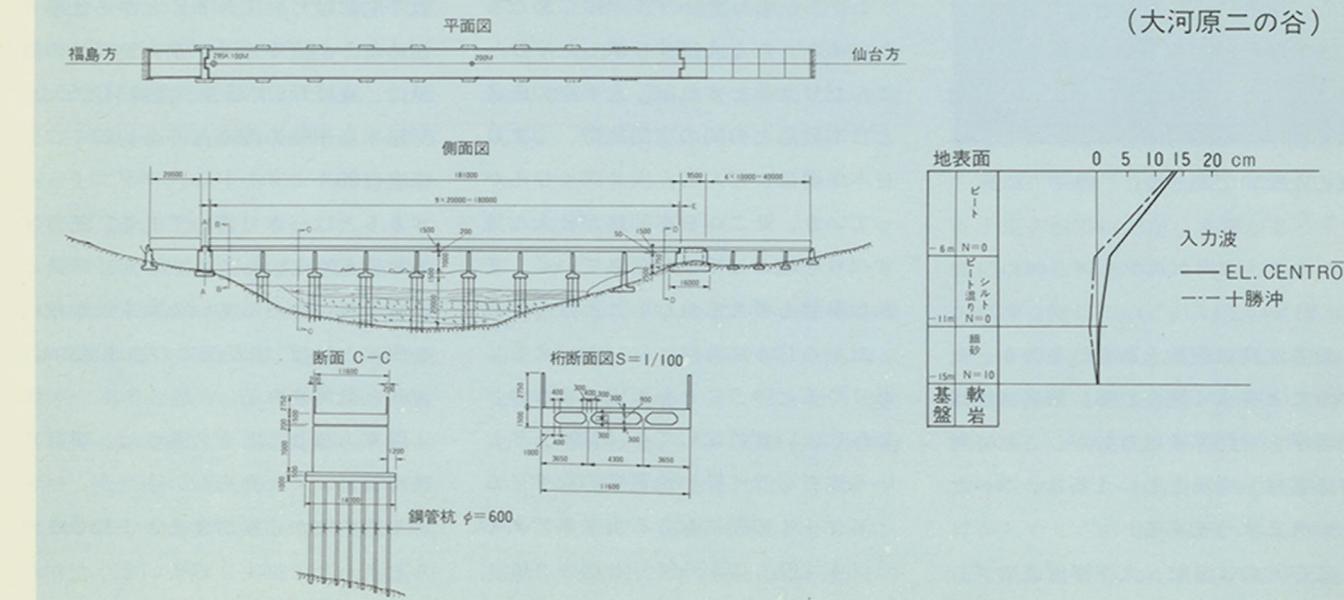
灰岩で、支持層としては十分な強度が期待できるが、上部の軟弱層はN値0、直径50cmのくいに対する横方向地盤反力係数 $k_h=0.05\text{kg/cm}^3$ 程度という極めて軟弱な地質である。この地質条件から基礎工は鉛直荷重を支持するには十分可能であるが、水平荷重を支持することは困難であり、さらに地震時にはこのような軟弱地盤は10cm以上の大きい振幅で揺れ動くことが予測されるため、地震時にもなお相当の高速で走行する列車の安全を確保するとともに、橋梁の損傷をも防止することは在来形式の橋梁では極めて難かしいと考えられる。

この大河原橋梁は、これらの軟弱地盤における諸問題を解決するために考

えられる新しい橋梁形式であり、多くの特徴を持っている。すなわち、現地の地形に着目し、谷の両端で基礎が、地表に達している地点に、変位の生じない強固な橋台を設置し、列車走行時、および地震時に橋梁の全長約180mに働く橋軸方向、橋軸直角方向の全水平荷重をこの面端の橋台に集中して支持させ、中間の橋脚で水平荷重を支持しなくともよい機構となっている。したがって橋脚が地震時に軟弱地盤とともに大きく揺れ動いても、その水平変位のためににけたに応力が生じないようなスライ

ディング・フリーのシューを設置し、見解であった。

図-2 東北新幹線白河一仙台間大河原付近・大河原橋梁



# 「日本沈没」の話

東京大学教授 大崎 順彦

小説「日本沈没」は昨年のベストセラーであり、映画「日本沈没」は去年のお正月映画である。だから話題としては少々古い、しかし編集部の命令で、このことについて何か隨筆風のものを書けということなので、當時を思い出しながら筆をとったみた。

映画を見られた方は、あるいは気が付かれたかと思うが、東宝に頼まれて筆者はこの映画で監修という役目に当たった。監修というのは何をするのか、また何をすべきであったかということについては、今もってよくわからないところもある。しかし大体はいわゆるコンサルタント、この映画の場合でいえば、地震工学という学問的な立場からのコンサルタントというようなことらしい。よく歴史物のテレビ・ドラマなどで、タイトルに現われる「時代考証」というのと役割が似ているようである。

小説「日本沈没」は、宣伝も派手だったし、自分の専門にも関係あることなので、出版されるとすぐに読んでみたが、面白かった。地震のことなど実によく勉強しているものだと感心もした。著者の小松左京君が、筆者の旧制高等学校時代の後輩であることは、あとになって知ったが、とにかく専門家を相手にしても十分「読ませる」小説のたぐいであろう。

× × × × ×

日本沈没は理論上ありうるのか、ということをよく聞かれる。筆者は地球物理学の専門家ではないが、これに対する答は、あるともいえるし、ないともいえるようである。

ご存知のように、太平洋海底のプレートが、毎年数センチメートルという速さで、ちょうどテーブルの上のテー

ブルクロースのように、マントルの上面に沿ってすべって来る。そしてこのテーブルクロースが、日本海溝つまりテーブルの縁のところで折れ曲がって、地球の内部へとずり落ちていく。このような海底プレートの動きが、日本列島を下へひきずりこんでいくこうとする原動力である。

ところが、無理矢理にひきずりこまれようとすると、日本列島とプレートとの接触面が、こわれたりすべったりして、日本列島はピンとまた元の位置へはね返ってもどる。こんにゃくの模型などを使って、よくテレビで見せてくれるあの動きであり、このとき起ころのが地震である。だから、しおちゅう起こっている地震のおかげで、日本列島は沈没から救われているのだ、という議論が成り立つ。



しかし、もしテーブルの縁にあたるところが、たとえばすり減ったりひっこんだりするとすれば、太平洋の海底と日本列島との間の空間地帯、つまり日本海溝は、どんどん広く深くひろがっていき、そこへ日本列島が壮大な地すべりを起こしてずり落ちていく、そんな事態も考えられないことはない。

だから日本沈没は、ないといえるし、ありうることも否定できない。

しかし、いずれにしても、何100万年という途方もなく長い地質学的なタイム・スケールの間に起こる出来事である。「日本沈没」のからくりと面白さは、このような時間軸を極端に圧縮して、数年のうちに起こると仮説し、そこに

政治とか恋愛とか最も人間的なものを巧みにからませたところにある。

× × × × ×

東京のような大都市が、ひとたび破壊的な大地震を受けたらどうなるか、これは「日本沈没」のことは別としても、われわれにとって最も重大な関心事であろう。

小説「日本沈没」の中のハイライトの1つとして、「東京大地震」の場面がある。実は最初東宝から監修を頼まれたとき、唐突なことなのでいさかためらいもあったが、逆にこの「東京大地震」の場面を借りて、日ごろから抱いている都市や構造物の受ける大被害のイメージを、実際にスクリーンに描き出してみたいという意欲のようなものを感じた。

せっかく専門家に「読ませる」小説なのだから、これを専門家が見てもおかしくない「見せる」画面にするためには、あまりいい加減なことはできない。そこで「東京大地震」が、実際に東京ではどのくらいの強さになるかを数字的にはじいてみると仕事始めた。小説中に「東京大地震」の震源は、東経139度35分、北緯34度55分、房総半島州崎の西南西沖合約20キロ、深度は90キロメートル、マグニチュード8.5とはっきり書いてある。そうすると、東京といつても広いが、手許に一番資料のそろっている東京大学構内を例にとれば、地表面での加速度約470ガルと計算される。

関東大震災のときの強さは、実は正確な値はよくわからないのだが、いろいろの角度から検討すると、約300ガルであったと推定されている。だから小説中の「東京大地震」は大体その1.6倍くらいの強さである。ついでに、東

大にある地震計が、そのときどんな記録を描くだろうかといふことも、理論的に考えて計算機に描かせてみた。映画上演中に、映画館内で定価150円で売っていたパンフレットには、その波形が書いてある。



同じことを、東京の山手、下町いくつかの地点でやってみて、その記録を分析すると、都内のどんなところで、どんなものが壊れるかという、およその見当はつく。この点については、耐震工学の専門家の間でも、いくらか意見の相違はあると思うが、筆者が日ごろから考えていた都市のウィーク・ポイントは、大体イメージのとおりに画面に現われる。小説での小松君の被害描写も非常に正確だが、実は原作にない被害シーンもかなりつけ加わえてもらった。

× × × × ×

撮影を始めるに先立って、監督以下特殊撮影のスタッフと何回も打合せをしたが、一番問題となったのは、たとえばマンションが倒れるシーンの迫力は、どこがポイントなのだろうかということであった。

筆者は、橋でも高速道路でも建物でも、倒壊の場面の迫真力は、それが自分の重みでくずれ折れていく、その重量感にあると思う。もちろん筆者自身も実際の大地震で、構造物が倒れる場面を、この目で見て知っているわけではない。しかし研究として、実物の建物を、何回か壊しているし、大地震の跡も何回もみている。だから構造物は折れるのでも吹っとぶのでもなくして、全身水につかってしなければなら

重量でおしつぶされるのだという倒壊の力学を、感じとしてはつかんでいるつもりである。

ミニチュアで重量感を出すには、ベテランの特撮スタッフもずいぶん苦労したようである。しかし倒壊の場面をスローモーションで撮って、これと逃げまどう早い群衆の動きを、スクリーン・プロセスで重ね合わせると、うまくいくことがわかった。実際の画面もこの方法で、大体80%くらいは成功したと思う。

しかし、必ずしも100%満足したわけではない。というのは、これは始めて知ったことだが、スタンダードの撮影カメラでは、機械的な制約があってある程度以上のスローモーションは撮れない。だから、画面中に山手にある中高層マンションの倒れるシーンがあるが、いま一步重量感に欠けるものがある。この点、倒壊のシーンだけに限っていえば、いくらでもスローの効く16ミリを使ったテレビ「日本沈没」の方に、かえって迫力が認められる。また地震の場面全般を通じて、画面が終始シンプル・ハーモニック・モーションをしているのは、なんとしてもおかしい。これはカメラを載せた足場をモーターで定常的にゆらせているためだが、ここに実際の地震のようなランダム波を入力することは、とても無理な注文なので、どうも仕方がないようである。

× × × × ×

それにしても、わずか1カットを撮るためのスタッフの苦労が、どんなに大変なものであるかを、しみじみ実感として味わった。スタジオ一杯の市街のミニチュアを作るには、多勢のスタッフでほぼ一昼夜かかる。しかも、撮影が最高潮にはいったのは、初冬のもうかなり寒さびしい季節であったが、全身水につかってしなければなら

ない作業がたくさんある。

いよいよ本番にはいり、かなり街並みの破壊も進行したころ、監督は突然「中止、撮り直し」を命じる、するとスタッフは、すぐ最初からセットを作り直す徹夜作業にとりかからなければならない。

ちょっとした不満ですべてをご破算にする監督、不平な顔ひとつせず再び泥水の中へとび込んでいくスタッフ、これこそ正に職人気質というものではないだろうか。もういまは、日本のどこを見渡しても、職人気質といったものがだんだん見あたらなくなっていく今日このごろである。それがこの映画製作という特殊な世界に、いまもなお脈々として生きつづけているのを見たとき、筆者は何か大きい感動を覚えずにはいられなかった。

× × × × ×

この稿を書くに当って、钢管杭協会からの注文には、もう1つテーマがあった。それは「日本沈没」についてのエピソードを書けということである。



実は、映画「日本沈没」に最初出演を予定されていたが、事情があって実際にいしあゆみに代わったある幻の主演女優について、しいていえばエピソードのようなことがないこともない。おそらくこのことをいっているのらしい、この注文を筆書きにつきつけて、ニヤニヤしている協会幹部の顔が目に浮かんでくるのであるが、ちょうどここで割り当てられた原稿用紙の枚数が終わった。これを幸いに、この辺でこの随筆の筆をおかしていただきたい。



前回は、グリーンをガードするサイドバンカーから、一発で出すためのコツをお話しました。エキスプロージョンに徹しなさい、というのがその結論でした。

しかし、同じバンカーからのショットでも、エキスプロージョンが不適当な場合があります。それはクロスバンカーからのショットです。あるいは、サイドバンカーからで、グリーンからうんと距離がある場合でも同じです。

ティーショットはいい当たりで人1倍距離が出たが、クロスバンカーにつかまってしまったというようなとき、次打がバンカーから出ないとか、やっと出ただけというようなことでは、せっかくのティーショットの飛距離のメリットがゼロになってしまいます。

要するにクロスバンカーでは、ただ出すだけではだめなので、できるだけ飛距離もほしいわけです。とはいっても、クラブの選択には慎重を要します。バンカーの深さ、あごの関係、ライの状況などを考えて、確実に出せるだけのロフトのあるクラブを選ぶべきで、飛距離ほしさにやたらに大きいクラブをもつのは手痛い失敗につながります。

さて、クロスバンカーからのショッ

## 石井富志夫のゴルフのエッセンス

### ●続・出ないあなたへ――

トの失敗は、どちらかというとダフリの方が多いようです。バンカーでダフルというのとはつまりエキスプロージョンと同じことです。飛距離の必要なクロスバンカーからのショットは、当然ボールをクリーンにとらえなければなりません。ところが、クリーンに打つつもりなのにダフルの率が多いというのはクロスバンカーからはフルショットに近い感じになるために、スイングの途中で足が砂にめりこみやすいからだと思います。

だから、まずスタンスをとる場合に最初から足をよく砂の中にめり込ませて、しっかりした足場をつくることがたいせつです。つぎには、足場より高いところにあるボールを打つ理屈になるわけですから、クラブを短かくにぎらなければなりません。

このようにして、いざスイングにとりかかったなら、いくら距離が欲しいといつても、たとえば左足のかかとが上るようなバックスイングで、身体を大きく使って振り回そうとしてはいけません。両足はベタ足のまま、上体のひねりだけでスイングする感じです。

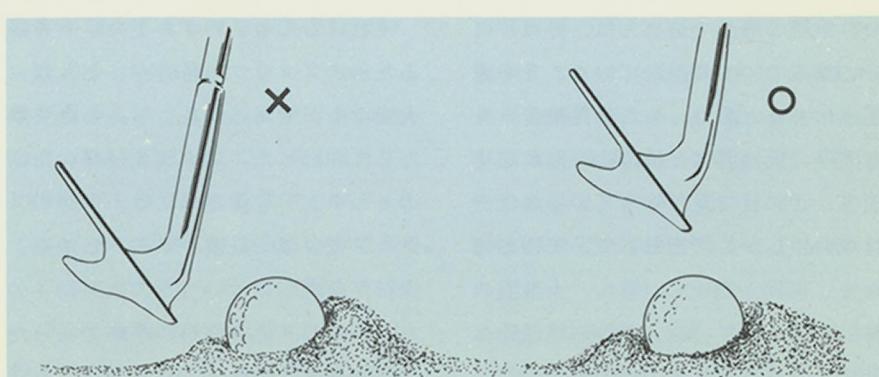
要するに、最初に確保した足場を少しでもくずさないように細心の注意をはらうことです。といって、手だけで打つのではなく、肩はできるかぎりまわ

すべきです。

実は、ここまででは、バンカーショット一般に通ずる原則としてよくいわれることで、何も目新しいことではないのですが、クロスバンカーから距離を出すショットを望むには、身体の動きが大きくなるだけに、とくにこうした点の注意を守る必要があります。

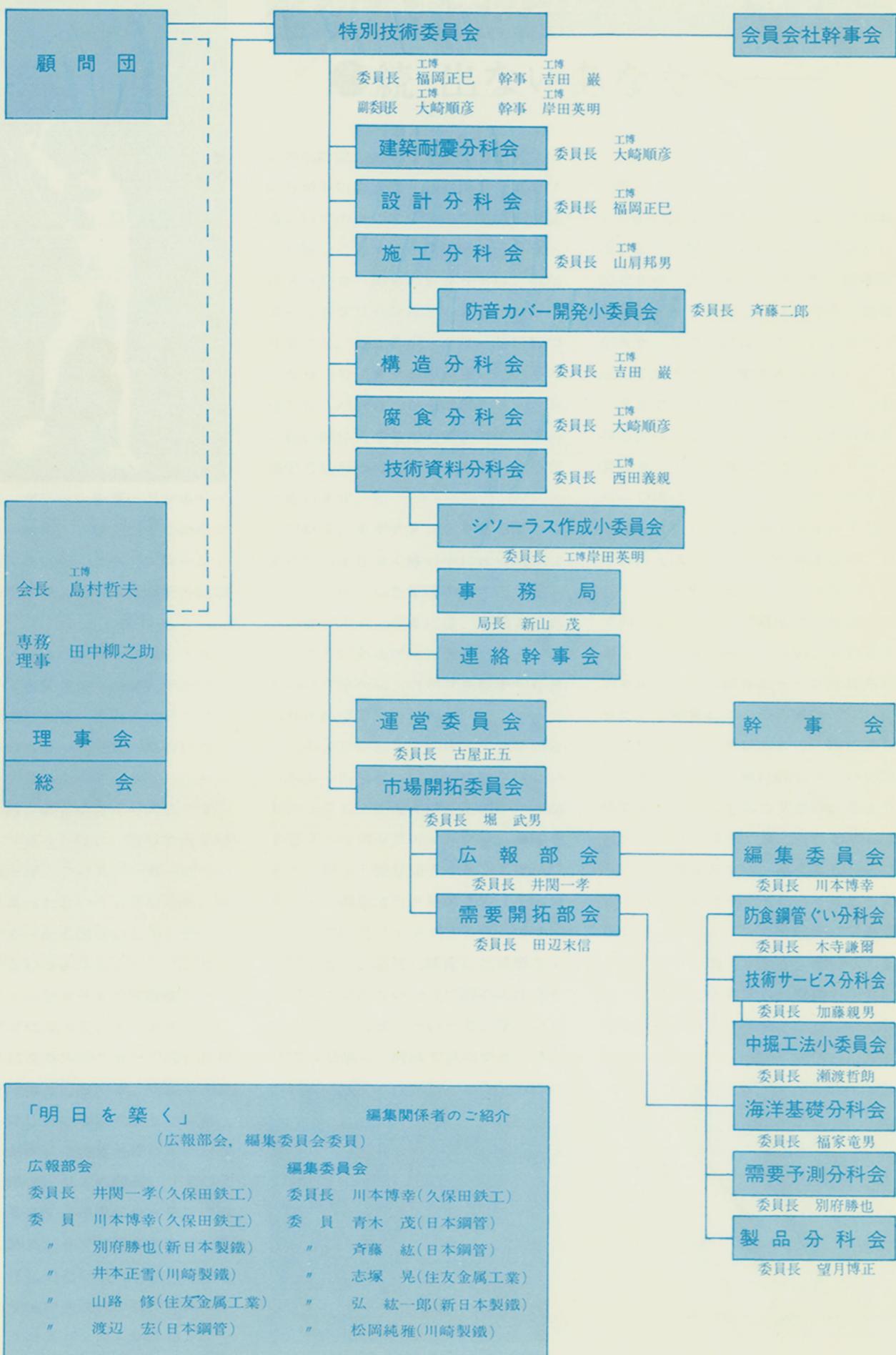
そこで、クロスバンカーにかぎってのちょっとしたコツのようなものをお話しましょう。あなたは、クロスバンカーで球にアドレスするとき、クラブフェースをどの辺に構えますか? たいていの人は、球の後方に構えるでしょう。これを思い切って、クラブフェースのブレードが球の真上にくるように構えるのです。何でもないことのようですが、これは球をクリーンに打ちだすための効果的な一つの方法です。

このようなアドレスから、感じとしては球をトップ気味に打つぐらいの気持でスイングしてみて下さい。ちょうどクリーンに球をとらえられるでしょう。このやり方なら、悪くてもハーフトップで結果オーライということもあります。クロスバンカーは浅くてあごも低いのが普通ですから、低い球でも十分に脱出できますし、距離もかせげる結果になるわけです。



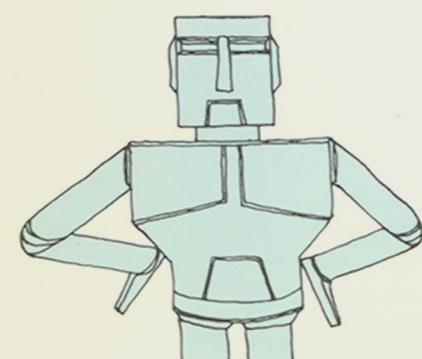
# 钢管杭協会組織図

(昭和50年3月30日現在)



## 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
株式会社吾嬬製鋼所	1	千葉製造所：千葉県市原市姉ヶ崎海岸7-1	スパイアル
川崎製鐵株式会社	2	知多工場：愛知県半田市川崎町1-1	スパイアル, 電縫管
	3	千葉製鐵所：千葉市川崎町1番地	U.O.E.
川鉄钢管株式会社	4	千葉市新浜町1番地	スパイアル, 板巻
久保田鉄工株式会社	5	大浜工場：大阪府堺市榮港南町10	スパイアル
	6	市川工場：千葉県市川市高谷新町4	スパイアル,
株式会社酒井鉄工所	7	大阪市西成区津守町西6-21	板巻
新日本製鐵株式会社	8	君津製鐵所：千葉県君津郡君津町1054-2	スパイアル, U.O.E.
	9	光製鐵所：山口県光市大字島田3434	電縫管
	10	八幡製鐵所：北九州市八幡区枝光町1-1	スパイアル
住友金属工業株式会社	11	和歌山製鐵所：和歌山市湊1850	電縫管, ケージフォーミング
	12	鹿島製鐵所：茨城県鹿島郡鹿島町大字光750	U.O.E.
住金大径钢管株式会社	13	本社工場：大阪府堺市出島西町2	板巻, スパイアル
	14	加古川工場：兵庫県加古川市東神吉町680	スパイアル
中国工業株式会社	15	呉第二工場：広島県呉市広町10830-7	板巻
東亜外業株式会社	16	神戸工場：神戸市兵庫区吉田町1-4-10	板巻
	17	東播工場：兵庫県加古郡播磨町新島	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
日本钢管株式会社	19	京浜製鐵所：横浜市鶴見区末広町2-1	電縫管, U.O.E. 板巻
	20	福山製鐵所：広島県福山市钢管町1	U.O.E. スパイアル



### 钢管杭協会会員一覧 (50音順)

- 株式会社吾嬬製鋼所
- 住友金属工業株式会社
- 川崎製鐵株式会社
- 川鉄钢管株式会社
- 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
- 日本钢管株式会社

明日を築く No.13

発行日 昭和50年3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) TEL03(669)2437  
制作 株式会社 ニューマーケット  
東京都新宿区三栄町20-3 TEL03(357)5888  
(無断転載禁)



鋼管杭協会

