

明日を築く

鋼管杭協会機関誌No.14



もくじ

- ルボルタージュ (14)
大阪瓦斯株式会社・新工場建設室
明日のエネルギーとして・建設すすむ
LNG基地 1
- ケーススタディ Q & A 5
● 鋼管ぐいゼミナール (13)
地震時の地盤の変位を考慮して鋼管ぐい基礎
を用いた特殊形式橋梁の設計 6
日本国有鉄道構造物設計事務所 森重龍馬
福島弘文
- 研究所を訪ねて (5)
農林省農業土木試験場
豊かな食糧資源を 10
- レポート
送電用鉄塔特殊基礎の設計・施工基準まとまる 14
- 西から東から 15
- 石井富志夫のゴルフのエッセンス
スリーパットのあなたへ 16
- 組織図
- 会員紹介・奥付

表紙のことば

雨間にのぞいた春の陽が、"クリーン・エネルギー"を供給する大阪瓦斯LNG基地にふりそそぐ。

1日も早い完成を待たれる建設地の目の前は、もう大阪湾。

雨に濡れたくない達は、まぶしそうに空を見上げる。

編集MEMO

人は日ごとに衣を1枚1枚ぬぎ捨て、樹々はひと雨ごとにその緑を増す候となりました。

さて、当誌も14号を迎え、ますます軌道に乗ってまいりました。今号では国鉄構造物設計事務所・森重龍馬、福島弘文両氏の執筆になる最近話題を集めている耐震設計をとり上げた題して"地震時の地盤変位を考慮して鋼管ぐい基礎を用いた特殊形式橋梁の設計"読み応えのある内容です。じっくりとお読み下さい。

明日のエネルギーとして 建設すすむLNG基地

大阪瓦斯株式会社・新工場建設室

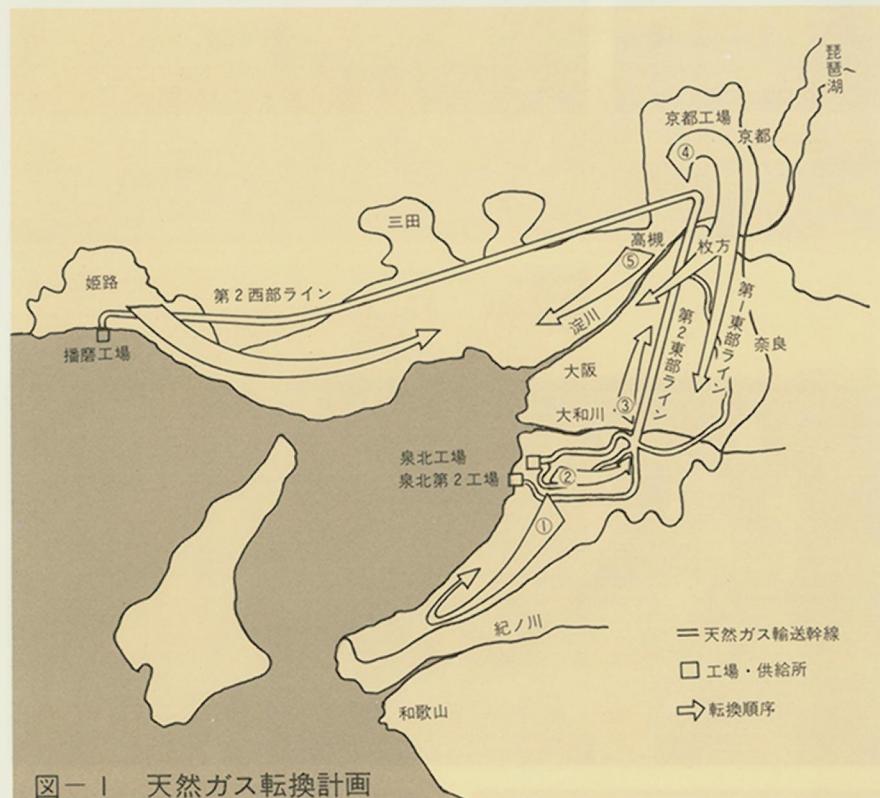
“エネルギー危機”この言葉は、ここ数年来、わが国の、そして世界の回避できぬ重要問題として論議され、いよいよされてきた。

しかし、わが国についてみると、このエネルギー危機に関する限り、これまで石油が入るか入らぬかという資源問題の側面を主として論じてきたにすぎなかつたが、エネルギー問題には資源的側面とともに、より重要な環境問題としての側面があることを忘れていた傾向がある。

周知のとおり、わが国は世界に例を見ないほどの、高度成長を遂げた。しかし、これにともなって自然環境の破壊という問題に直面し、公害は住民の生活に深刻な影響を与えはじめてきたのである。

このような状況下に生じてきた公害の中でも、とりわけ大都市における大気汚染ははなはだしく、一部地域によっては直接的、あるいは間接的なこの原因による死者さえ出るという危機的様相すら呈している。このようなことから社会的緊急課題として、亜硫酸ガス、一酸化炭素、粉じん、窒素酸化物等の汚染物質の排出防止についての対策が急務となってきた。

以上のような情勢を反映して、これまでの主力燃料であった石炭、重油は、粉じん、亜硫酸ガスなど相次ぐ排出規制により、急速な減退を余儀なくされるとともに、かわって登場してきたのが、ナフサ、低硫黄原油、LNGなど



図一　天然ガス転換計画

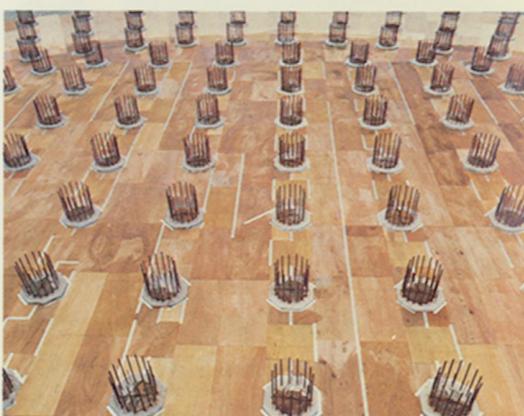
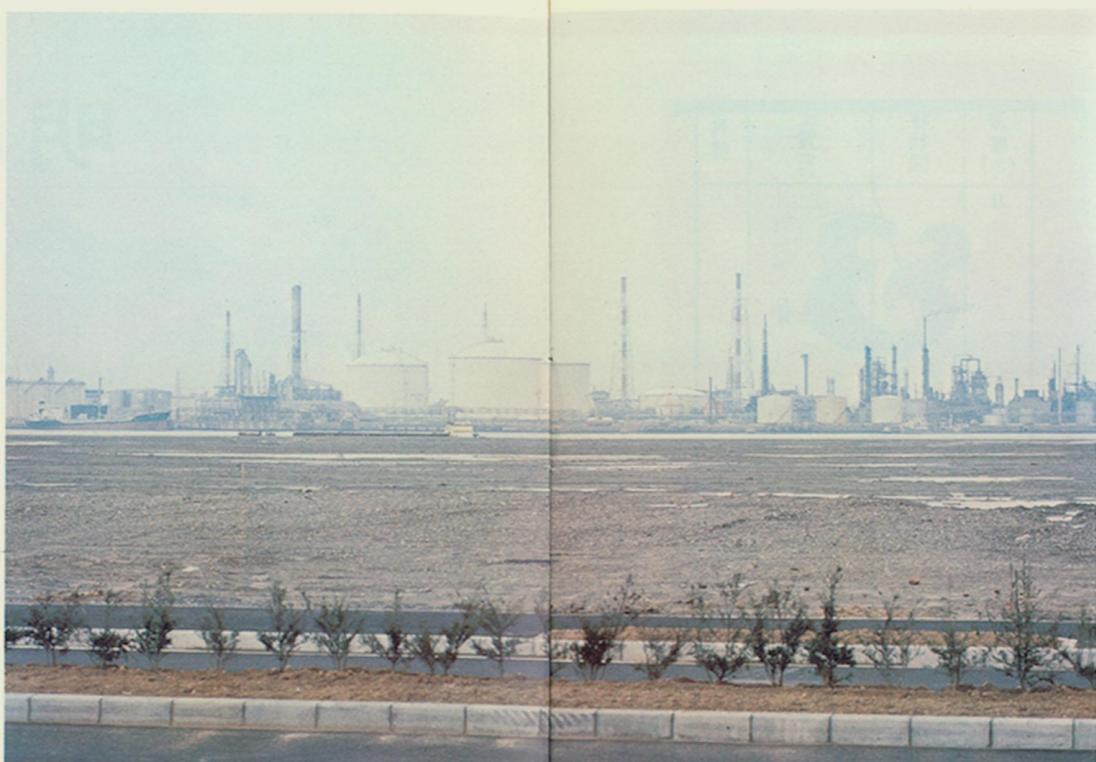
である。

このような大気汚染に帰因する燃料転換は、ここ数年そのテンポを早めきているが、これは、これまであまり顧みられることのなかったエネルギーの“質”が重視されてきたからである。

深刻な環境問題に直面したわが国のエネルギー産業で、もっとも早く問題となったのは、硫黄酸化物である。わが国は主として、硫黄分の多い中東原油に依存していたため、消費量の少ない間は硫黄酸化物の量もそれほど問題となるようなものではなかったのだが、消費量の増大に従い、産業界の低硫黄化努力にもかかわらず硫黄酸化物の総

量が増大していった所に問題発生の原因がある。また最近では、窒素酸化物の問題が深刻の度を加えており、エネルギー確保対策を一層困難にしてきている。

したがって、今後のエネルギー問題は、単に“量”としてのエネルギー資源確保にとどまらず、前述の硫黄酸化物、窒素酸化物対策をも可能にするような“良質”的エネルギー資源の確保ができなければ、“エネルギー危機”的解決策とはなりえないであろう。この裏付けがなければ、眞の環境保全と健全な経済発展の調和は、はかれないと言っても過言ではあるまい。



衆目を集めるクリーンエネルギー

無公害エネルギーの切り札として、今、世界の注目を集めているのがLNG(液化天然ガス)である。昭和44年にわが国ではじめて受け入れて以来、その“クリーンエネルギー”は脚光を浴びたが、このLNGの受け入れ基地が、今、目の前に大阪湾を臨む堺泉北臨海地区に建設を急いでいる。

このLNG基地は、大阪瓦斯株式会社が、泉北第2工場の名称で昭和52年の完成を目指して計画を進めているものである。

この基地について触れる前に、このLNGがいかなるものかを説明する必

要があろう。

LNG(液化天然ガス)は、石油の上層に溜っている圧縮ガスを低温で液化したものである。石炭・石油と比してもっとも成長率の高いエネルギー資源であり、現在、世界の総エネルギー需要の約5分の1を占めている。

わが国においては消費の少ない資源であり全エネルギーの約2パーセント程度にすぎず、この原因は、貯蔵に石油と異なり特殊な冷凍タンクを必要とするためである。

一般的には、バイオラインで輸送されるが、海上輸送の場合には-160°Cで冷凍液化して、特殊な冷凍タンカーを用いて輸送する。冷凍液化の際、ガス

中の硫黄分は分離除去されるので冷凍タンカーにより運ばれた液化天然ガスは、硫黄分がゼロの、文字通り“クリーン・エネルギー”である。

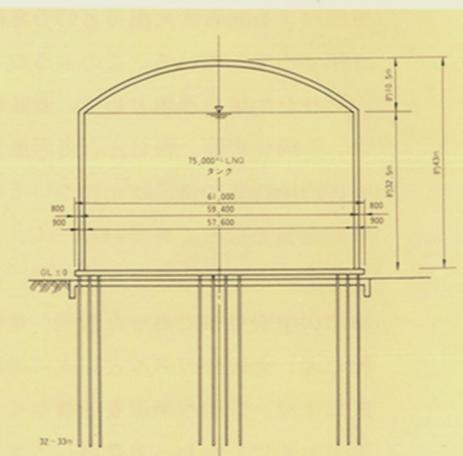


図-2 タンク断面図

このほか比重が空気の約半分であるので、プロパンガスのように下にたまる心配がない。着火温度や爆発下限界もプロパンガスに比べて高いなど、安全性の面でもすぐれており、単位体積当たりの発熱量をみても、従来の都市ガスに比べ、約2.4倍とかなり高いなどかずかずの利点を備えている。

また、この“クリーン・エネルギー”への転換理由には、需要の増大に対して、現在の供給方式のままでいくと、供給能力増強のため、毎年多数の輸送導管やホルダーの建設をしなければならないが、交通事情の悪化などから、導管の増設や大口径導管への入替工事は、きわめて困難であるのに対し、天

然ガスに転換すると、高カロリーのため供給能力が従来の2.4倍にアップし、長期的な安定供給ができる。また、現在の供給方式を継続した場合に必要な多額の設備投資が節減できるので、大幅な合理化となり、長期的にみてガスコストの高騰を抑制できる、などがあげられる。

着々進むLNG受け入れ体制

大阪瓦斯では、この“クリーン・エネルギー”LNGを昭和47年より泉北工場で受け入れており、転換計画を推進していたが、需要の増大化とともに第2次、第3次の計画として、現在の泉北工場に加えて、泉北第2工場

を昭和52年までに、播磨工場を54~55年までに完成すべく計画を進めている。

泉北工場に導入しているLNGは、ボルネオ島のブルネイからのもので、52年には年間63万トンの最終体制に入り、このブルネイLNGに続く、第2のソースとして、インドネシアLNG計画が決定された。この計画は、わが国政府の資金援助で、東カリマンタンと北スマトラにある2つのガス田を開発し、日本に輸送するもので、52年から20年間にわたって、最終年間規模はユーザー数社に対し750万トンを導入するというものである。

そして、大阪瓦斯では新らしく建設する工場は、すべてLNGを主原料と

地震時の地盤の変位を考慮して、鋼管ぐい基礎を用いた特殊形式橋りょうの設計

日本国有鉄道構造物設計事務所 主任技師 森重 龍馬
福島 弘文

§ 1. はじめに

国鉄では、軟弱地盤中に構造物が設置される場合に、地震振動による地盤の変位に対して、構造物の安全と列車の走行安全を確保するための設計上の対策について検討を行っている。

本稿では、これらの対策のうち、地震時の地盤の変位に関する検討と、地盤変位に対応できる構造物として、鋼管ぐい基礎を用いた特殊形式橋りょうの設計例について述べる。

§ 2. 地震時における地盤の変位

現在の震度法による耐震設計では、構造物の重量に、定められた震度を乗じた水平荷重を考えるだけで、地震振動にともなう地盤の変位についての考慮は払われていない。

良好な地盤で地震時の地盤の変位が小さく、構造物が普通のものであれば、震度法による応力の検討のみで問題はないが、軟弱地盤に設置される構造物、とくに新幹線のような高速列車を支持する構造物では、地震時の地盤を含む構造物全体の変位に対する検討が必要である。

地震時には、地盤が相当の振幅で動くことは、震害記録、その他から推定されるが、その定量的な算定法は、まだ確立されていない。したがって、現時点では、震害例、気象庁の振幅記録、振動理論などから総合的に推定するほかはない。

図-1は、軟弱地盤における地震時の地盤の変位を示す一例である。この例は1968年十勝沖地震(M7.9)において、上り線の盛土との線路中心間隔

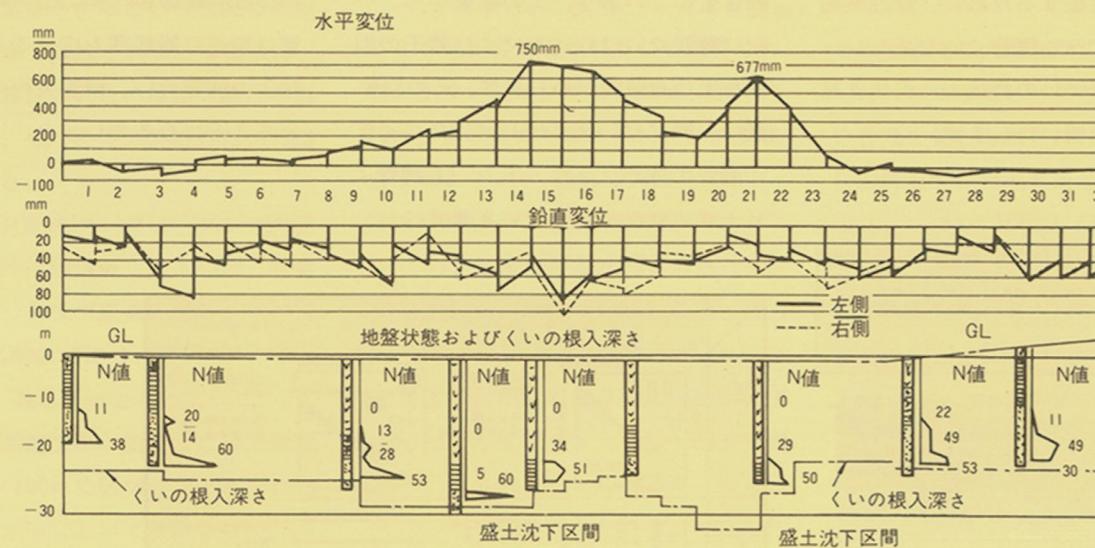


図-1 地震時による高架梁の変位と変位量と地盤状態

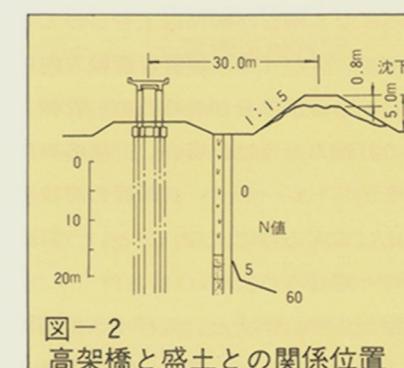


図-2 高架橋と盛土との関係位置



は約30mであった。

図-1に示す高架橋の線路直角方向の残留変位量は、地震時の盛土の沈下(最大約80cm)に伴う地盤変位が加わったため、とくに大きくなっていると思われるが、盛土の沈下の影響がないと思われる線路方向の変位量も、高架橋基礎付近の地盤のひびわれ状態(写真)その他から30cm程度の振幅が生じたものと推定された。

地震時の振幅を知る他の資料として、気象庁で測定された地震振幅記録があ

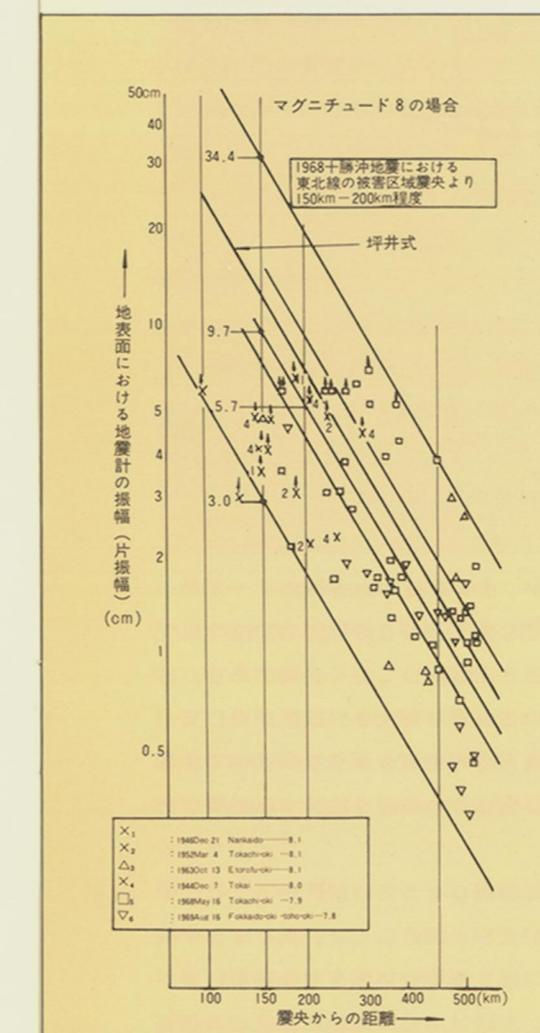


図-3 震央からの距離と地表面の振幅(気象庁資料)

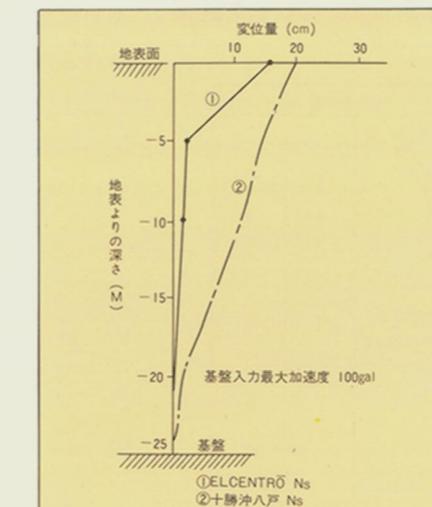


図-4 姉沼地震時地盤変位

る。図-3は、この記録からM 8程度の地震における振幅を震央からの距離に対応して示したものである。

この記録では、装置の性能上5cm以上の振幅は測定できないので、測定値の分布から推定しているが、これによれば、前述の姉沼高架橋付近は震央から150km~200kmであり、3.0cm~35cm程度の振幅となる。

同一地点における振幅の相違は、地盤条件によると考えられるが、姉沼高架橋のような軟弱地盤では、30cm程度の振幅が生じることは、この記録からもありうるものと考えられる。

地盤の地震時の振幅を理論計算により求める方法の一つとして、重複反射理論による動的計算がある。姉沼付近における地盤条件に対して、この理論によって計算した結果は、図-4のようになる。これは基盤入力を最大100galとし、基盤との相対変位を示したものである。

この結果からは、基盤入力を100galとすると、最大相対変位量は20cm程度となる。

§ 3. 地盤の変位に対応できる橋りょうおよびその基礎の設計

3-1. 構造計画と橋りょうの概要

§ 2 に示したように軟弱地盤では、地震時に相当の振幅で地盤が動くことは明らかである。したがって、そのような軟弱地盤中に設けられた構造物は、地盤変位に対して、列車の走行安全を確保するとともに、構造物、とくに、基礎に損傷を受けない設計を行う必要がある。この目的のための設計の一つに、東北新幹線・大河原地区の軟弱地盤に設けられる図-5のような特殊形式の橋りょうがある。

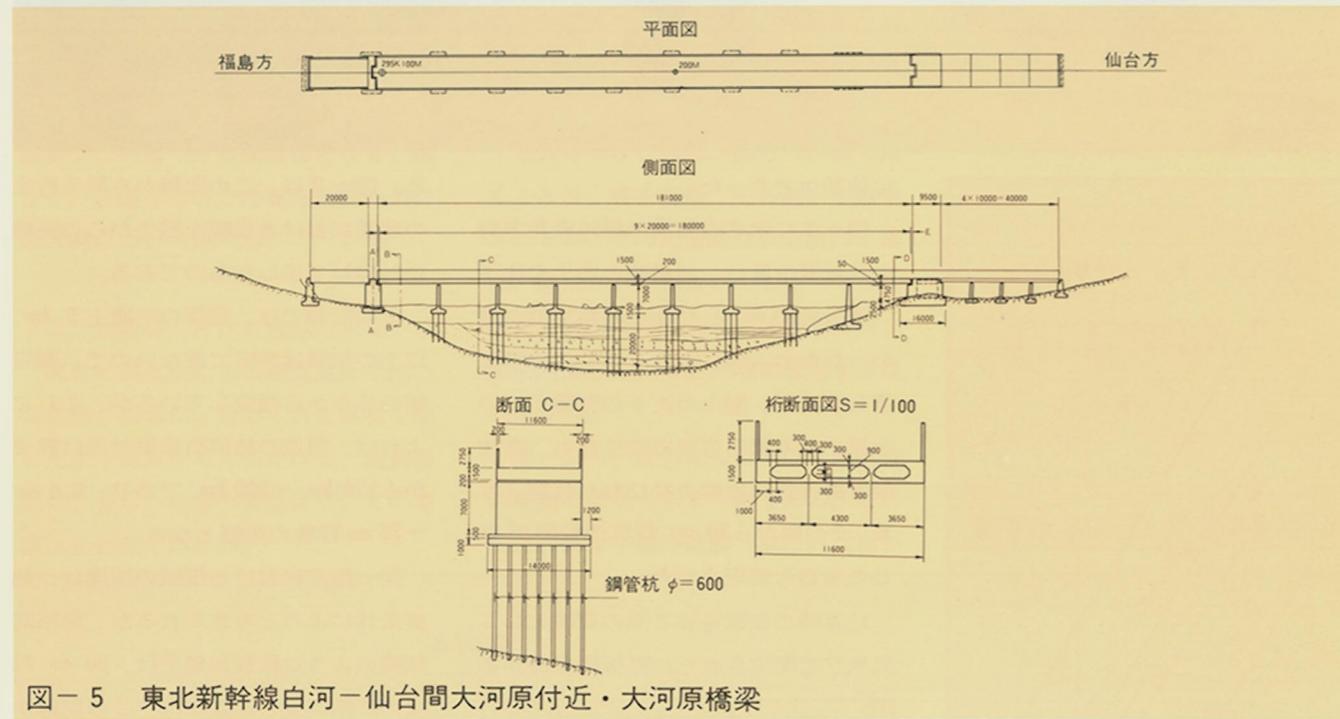


図-5 東北新幹線白河-仙台間大河原付近・大河原橋梁

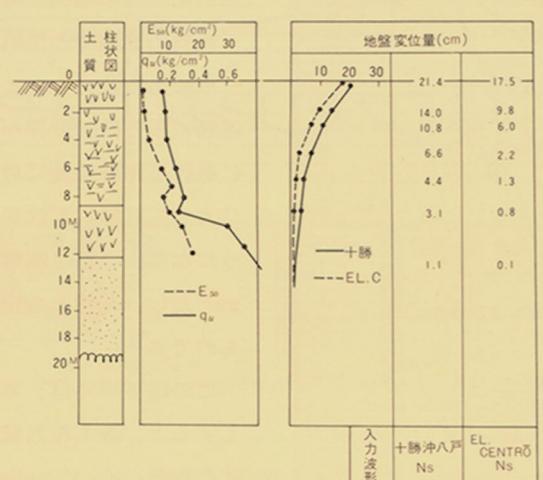


図-6 地盤条件と地盤の変位量

この橋りょうの概要については、既に、本誌No.13「研究所を訪ねて」4.に紹介されているので、ここでは、その主なる特徴のみを示すことにする。

橋脚は軟弱地盤に設置されたので、桁の鉛直荷重は支持するが、水平荷重を支持することはまったく期待していない。桁には、地盤の変位により橋脚が任意の方向に50 cm 程度の水平変位を生じても変位による荷重が作用しないよう、スライディングフリーのシューが設けてある。桁に作用する縦、横方向の水平荷重は橋台で支持する。このため、線路直角方向の水平荷重に対し

ては、両端の橋台で支持されるスパン182 m の単純ばかりと考えて、この桁に必要な強度と列車の走行安全を確保できる剛性とが与えてある。

3-2. 地盤の変位に追従できる鋼管ぐい基礎の設計

現地の地盤条件および、この地盤に対し、§ 2. に述べた重複反射理論により変位を算出した結果は図-6 に示すおりである。

これによると、基盤への入力加速度を最大100galとした場合の基盤と地表の最大相対変位は、約20 cm である。

この数値に対する信頼性には問題もあ

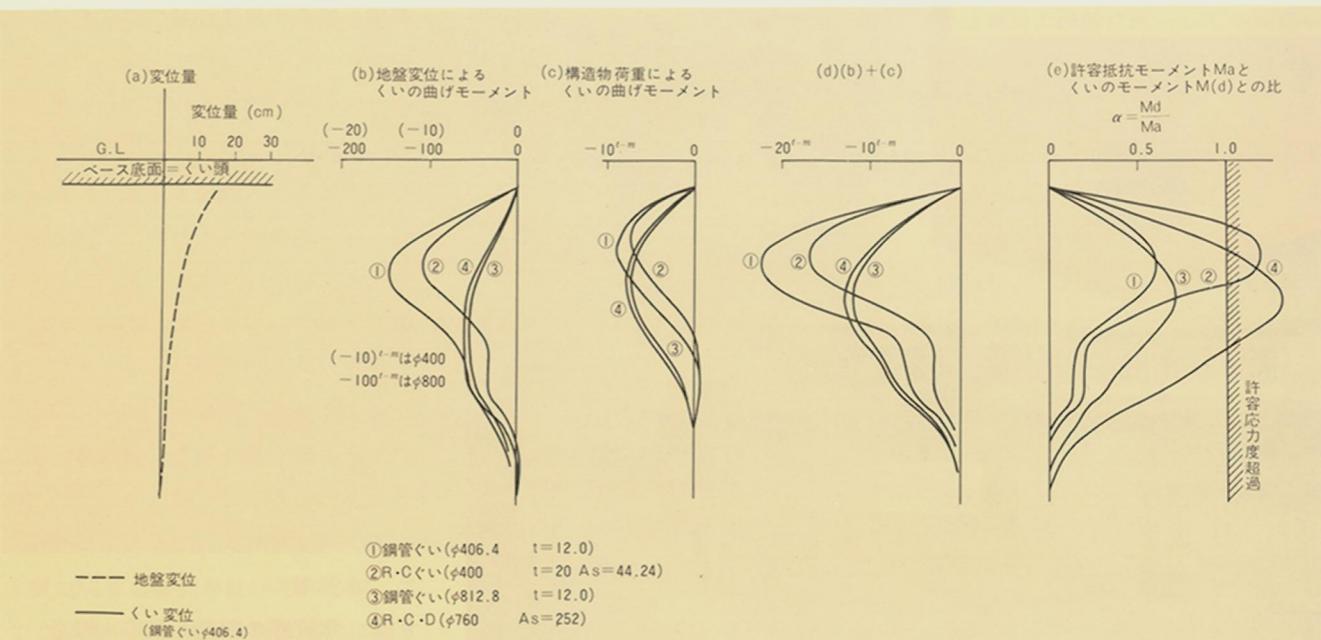


図-7 鋼管ぐいとRCぐいの比較

のが有利である。

このため、基礎ぐいとしては、比較的小径で厚肉の鋼管ぐいをフーチングとヒンジ結合として用いることにした。

図-7(a)は、地盤変位とくい変位の関係、(b)は図-6 に示す地盤の変位が生じた場合のくいの断面力、(c)は橋脚に作用する地震力とシューに作用する摩擦力によるくいの断面応力度、(d)はその両者を合わせたもの、(e)は地震時の抵抗モーメントと断面応力度の比を示したものである。

これによると、同径の鋼管ぐいとR·Cぐいでは、鋼管ぐいの方が有利であり、同じ鋼管ぐいのφ400 mm とφ800 mm では、

φ800 mm の方が地層の境界付近の断面応力度が大きくなり、小さい径の方が、有利である。ただし、橋脚の剛性面からは大きい径の方が好ましいので、本設計ではφ600 mm 、 t = 16 mm を使用することにした。

一方、この基礎ぐいのように、くい頭部に作用する地震力による断面応力度よりも、地盤変位とともにひずみによる断面応力度が問題となるものでは、破壊に至るまでのひずみの大きいものほど大きい地盤変位に追従できること

は明らかである。

図-8に示すように鋼管ぐいに用いるSM41の破壊時のひずみが20%程度なのに対し、コンクリートのひずみは0.7%程度で約28倍である。

また、前述の地表上の地盤の変位量が約20cm の場合の断面応力度に対応するSM41のひずみは0.11%、コンクリートのひずみは0.0635%であり、破壊時のひずみは、前者で約180倍、後者で約11倍となる。コンクリートぐいの場合、鉄筋の伸びによる中立軸の変動が大きいのでコンクリートの破壊はこの値よりさらに相当小さくなるものと考えられる。

上記のひずみの割合がそのまま、破壊時の地盤の変位量の判定に用いられるとは考えられないが、少くともこの

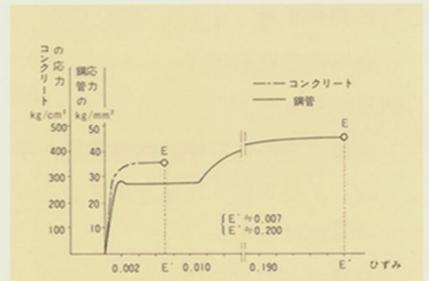


図-8 鋼管とコンクリートの応力-ひずみ図

倍率の大きい方が地盤の変位に対応できる能力が優れているということはできるはずである。

鋼管ぐいでは曲げモーメントによる局部坐屈の防止の目的で、くいの内部にコンクリートを充填することにしているが、くいの断面性能には考慮していない。

§ 4. おわりに

地震時に地盤が変位するような軟弱地盤に構造物を設置しなければならないような場合にも構造物の安全を確保し、さらに、新幹線のような高速列車の走行安全をも、支障ないように設計することは、困難な課題と言える。

しかし、この橋りょうの場合は、地形、地質の特性を利用して、前述のような対策をとることにより、一応これらの問題に対応できるものと考えている。

この場合、基礎ぐいとしては、地盤変位が大きいので、強靭性に富むことが第一に必要とされるが、さらに、傾斜した基盤への打込、くい頭をヒンジ構造とする必要などの条件を考え合わせると基礎工としては鋼管ぐいが最も適したものといえよう。

研究所を訪ねて

農林省農業土木試験場

5



豊かな食糧資源を

古来、わが国は農業国であり、水産国であった。このことは、わが国の自然、地理的、気候的条件などから運命づけられたといってよく、近代に入り明治、大正、昭和の初期に至るまで農業・水産立国であったといえよう。

昭和も2ヶタを数える頃から、この様相は次第に変貌を遂げ、現在に至るわけであるが、50年代に入った今でも、わが国におけるこの分野の占める位置は、はなはだ大きく、また、今後を考えてみてもこの傾向はそれほど変わりえないように思われる。

農業・水産部門が重要視される一方、世界的食糧不足、農業地域開発、国土保全、水産基盤の整備等、解決の急がれる諸問題を数多くかかえている。

これらの問題を含めて、農業土木、および水産土木に関する技術上の試験研究、調査、分析等を行なっているのが、農林省農業土木試験場であり、今回は、ここにスポットを当てた。

農業土木試験場は昭和36年12月1日、農林省設置法の改正に伴い、農林省試験研究機関の統合整備の目的をもって、農業技術研究所農業土木部、農地局建設部実験研修室、九州農業試験場干拓部の三者をそれぞれの内部構成のまま合体し発足した。

その後、数回の組織の変遷をみていくが、以下が現在までの推移である。

昭和37年4月

3部2課1支場15研究室に再編成

昭和38年4月

総務部および支場第3研究室設置

昭和39年7月

水産土木部新設

昭和43年4月

企画連絡室設置

昭和49年4月

土地改良部に地域計画研究室が増設、1室5部1支場22研究室となり現在に至る。

同試験場における主業務は、農業の近代化に不可欠な土地および水の開発、

利用、保全、農業地域の環境整備、農業生産施設の整備、浅海域における水産土木などに関する技術についての主として工学的な試験・研究である。そして、このような試験研究を推進するために、基礎研究とともに、行政が実施する土地改良事業や浅海開発事業とも密接なつながりを持っている。

現在、同試験場では茶谷 仁場長の下に100余名の職員が、48年に策定された試験研究推進構想に基づき、次の8大課題に日夜とり組んでいる。

1. 高生産農業のための農地整備と水利用
2. 水資源の開発・利用・保全
3. 農業土木基幹施設の設計・施工・管理
4. 生産施設の計画・設計技術
5. 農業地域開発と農村環境整備
6. 浅海域の開発・利用・保全
7. 水産基盤整備技術の開発改良
8. 共通的基礎研究

神奈川県平塚市、相模平野の中央をとうとう流れ下る相模川を目の前に、四方には工場団地の煙突が立ち並らぶ、ここは農林省農業土木試験場・平塚本場。

昭和52年度には筑波研究学園都市への移転が計画され、静かな中にも心なしかあわただしさが感じられる。

今回は、同試験場・構造部構造第3研究室に室長三品直樹氏、水理部水理第3研究室に室長桜井喜十郎氏、主任研究官植田昌明氏をお訪ねした。

試験場敷地の西端、“研究室”という名がピッタリの古色蒼然たる建物の一角に部屋を構え、5名の職員が室長の下に机に向っている構造第3研究室。

ここ構造3研では、これまでフィルダムの土質に関する研究、土と地盤の動的諸性質に関する研究、農用道路の土質に関する研究等、農業土木施設の



土質に関する研究を続けているが、ここで“粗粒材料のセン断抵抗角に関する研究”と題した研究のごく一部をご紹介しよう。

この研究は、近年ロックフィルダムの築造が盛んになるに従って、ロック・

レキなど粗粒材料の粒状体としてのセン断強さについての関心が高まっており、この推定方法の確立を目指したものである。

すなわち、これらの材料を用いた盛土構造物が、高い安定性を得られるこ

表-1 試験の概要

試料名	試料番号	比重	間隔比	均等係数	Angularity	試験条件	試験の目的	
凝灰岩（関川）	1 5	2.315	0.77 1.04	1.22 1.42	1,800 2,400	中型三軸 乾燥排気	①角ばった形状の材料の特性を調べる ②粒径を4段階にわけて粒径の影響を調べる ③粒度の均一なもの特性を調べる ④破碎しやすい材料の特性を調べる	
	6 10	7.68	0.31 0.76	1.00 3.47	0		①完全な球形の形状の特性 ②粒径を3段階にわけて粒径の影響を調べる ③粒度の均一なもの特性を調べる	
	11 14	2.80	0.551 0.651	1.28 1.42	200		①丸味がかった形状の材料の特性を調べる ②粒度を5段階にわけて粒径の影響を調べる ③粒度の均一なもの特性を調べる	
	15 19		0.399 0.475	3.28 7.32			粒度をI～V型の5タイプに粒度調整をして粒度による影響を調べる	
海岸ざざれ石（大磯）	20		0.39	5.33	280		大型三軸 試料番号15と同一の粒径、粒度の試料で試験を行ない試料の大小による同一性を調べる	
	川砂利	21	2.58	0.24 0.28	31.25	大型三軸 飽和排水	①中間的な形状、材料の特性を調べる ②粒度分布のよい材料の特性を調べる ③大きなレキを含んだ材料の特性を調べる	
	凝灰岩（深山）	22	2.49	0.436	13.9	1,700 2,100	大型三軸 乾燥非排水	①角ばった形状、材料の特性を調べる ②粒度分布のよい材料の特性を調べる ③大きなレキを含んだ材料の特性を調べる
" (関川)	23	2.46	0.37 0.38	52.5	1,800 2,400	大型三軸 飽和排水	①角ばった形状、材料の特性を調べる ②粒度分布のよい材料の特性を調べる ③大きなレキを含んだ材料の特性を調べる	
	" (深山)	24	2.48	0.38 0.43	18.8	1,700 2,100	大型三軸 乾燥非排水	①角ばった形状、材料の特性を調べる ②粒度分布のよい材料の特性を調べる ③大きなレキを含んだ材料の特性を調べる
風化砂岩	45	2.33	0.26	6.25	1,600 2,100	大型三軸 飽和排水	①軟岩材料の特性を調べる ②粒度分布のよい材料の特性を調べる ③大きなレキを含んだ材料の特性を調べる	

とは過去の経験に照らしても間違いないところであるが、なにぶんにも材料が大きいだけに不明な点が多くある。とくに破壊の様子、あるいは、変形との関係など定性的なものにおいては確たるものはない。したがって、粗粒材料のセン断に影響する各要因について検討すること、あるいは、破壊の機構を知ることは、設計、施工にあっての大きなヒントになる。

また、現在の設計法では材料のセン断抵抗角を知って、構造物の断面を決定する方法をとっているので、その数值を決めることが必要となる。数値を決める方法としては、セン断試験があり、主として一面セン断試験、あるいは、三軸試験によっているが、実際に用いる粗粒材料は、数cmから數10cmであるから、せいぜい直径5cm程度の試験機で求めた値が妥当かどうか疑問である。したがって、かなり大規模な試験設備が必要となり、多くの労力と経費を用るので、簡単な物理試験で粗粒材料のセン断抵抗角を推定する方法の確立を研究の一目標としたのである。

実験は、第1に粗粒材料のセン断抵抗角に影響すると思われる粒径、粒度、粒子の形状、粒子の材質をそれぞれ単独の因子に分離できるよう表-1のよ



うな計画のもとに三軸試験を行なった。

試験装置としては、レキ材料（最大粒径70mm程度）を含んだ試料を用いて試験できるよう大型三軸圧縮試験機を使用した。この装置の主な仕様は次の通りである。

(1)型式 ヒズミ制御方式

(2)供試体の寸法

φ300mm×高さ60cm（大型三軸試験）

φ100mm×高さ25cm（中型三軸試験）

上記2種類の供試体による試験

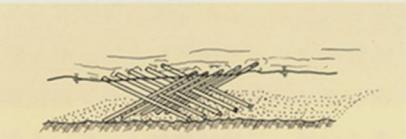


図-1 交サ型パイプ

が可能な兼用型である。

(3)側圧 最大7kg/cm²まで可能

(4)軸圧 最大20トンまで可能

(5)載荷装置 電動ジャッキ式

(6)載荷速度 0.5~25mm/min

(7)圧縮室 2重管式

三軸試験の後、詰まり方試験、そして粒子形状の測定、セン断抵抗角に影響を与える因子の検討等を行なった結果、次のような結論を得た。

1. 詰まり方試験では、角ばった材料は丸味のかかった材料に比べて詰まりにくい

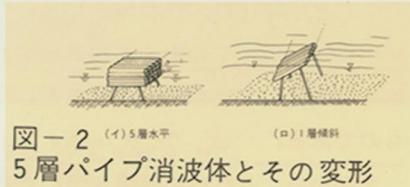


図-2 (イ) 5層水平 (ロ) 1層傾斜
5層パイプ消波体とその変形

2. 詰まり方試験では、均等係数が大きくなると、間ゲキ比も小さくなつてゆく

3. セン断に影響する粒子の形状を表わす尺度として total degree of angularity が肉眼観察とよく合う。

4. セン断抵抗角に影響すると思われる粒径の効果については、あまりはつきりしない。しかし、角ばったものでは粒径の小さいほど体積変化は大きくなる。

5. 丸みがかかった材料では、粒度がよい場合、セン断抵抗角 ϕ_d が小さくなる傾向がみられる。この場合、体積変化はほとんど認められなかった。

6. 同一間ゲキ比で比較すると、角ばかりのある材料ほどセン断抵抗角 ϕ_d は大きくなる。

7. 同一種類の軟岩材料では、側圧が大きくなるほど破碎の影響が生じ、モール円の包絡線の勾配がゆるやかとなる。これは、ダイレクタンシーの影響で、包絡線が曲線となるようである。

8. 同一側圧でも軟弱なほど破碎量は大きくなり、モール円は小さくなる。

9. セン断抵抗角は

$$\phi_d = \phi\mu + \Delta\phi_i + \Delta\phi_d$$
 で表わされる

$\phi\mu$: 固体粒子の物理的摩擦角

$\Delta\phi_i$: インターロッキング効果

$\Delta\phi_d$: ダイレクタンシー効果

10. インターロッキング効果は、延性破壊を示すものが大きく、ゼイ性破壊を生ずるものは小さい。

図-3 消波体と水位との関係（断面図）

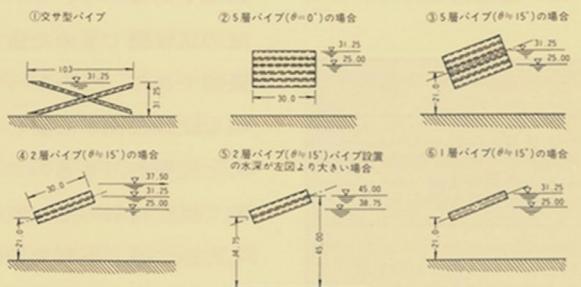


図-3 消波体と水位との関係（断面図）

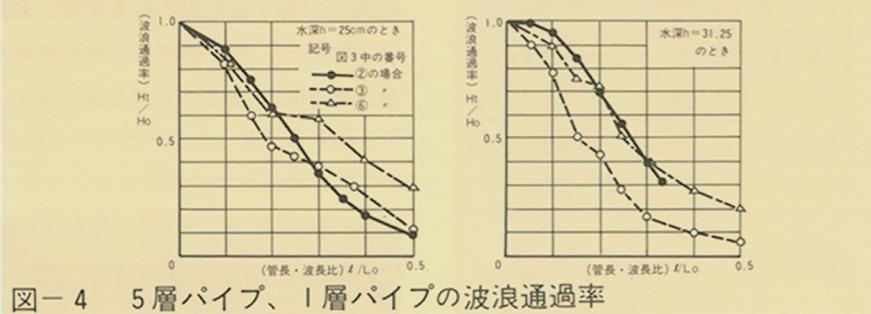


図-4 5層パイプ、1層パイプの波浪通過率

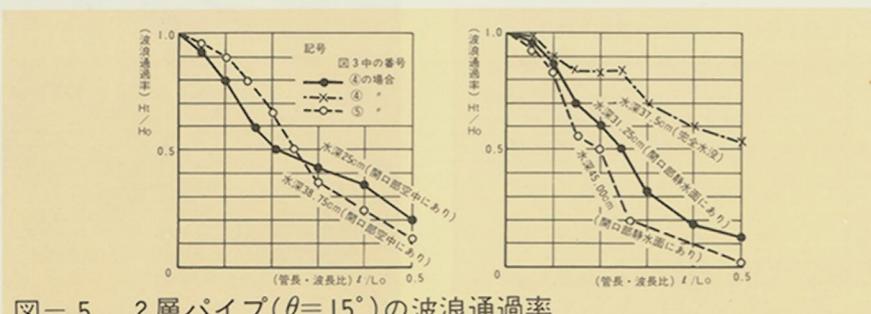


図-5 2層パイプ(θ=15°)の波浪通過率

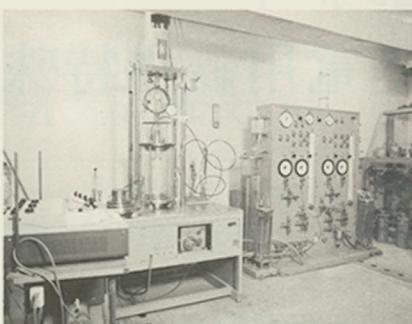
ここ水理3研では、波の変形および消波に関する研究、堤防施設および付帯構造物に関する研究、河口閉塞および流砂、漂砂に関する研究、生産施設に関する研究、潮風害の発生機構とその防除に関する研究等、湖沼、海岸および河口の水理に関する研究にあたっている。

最近では、既存堤防、老朽化堤防の空洞化の診断方法、沖縄リーフ海岸の波の特性解析等、興味あふれる研究を続いているが、ここでは数年前に発表された鋼管ぐいを用いた“防波堤の消波効果に関する研究”を紹介しよう。

この実験の目的は、水産増殖施設に対する防波対策は、それまでの一般的な海岸堤防や漁港施設に対する場合と異なり、海水の流通、交流を悪くしてはいけないという条件が加わる。この条件を満たすための消波体を見つけようというものである。

実験は、幅0.6m、高さ0.6m、長さ21mの鋼製水路を使用、この装置の造波機の能力は、周期(T)=0.25~3sec、波高(H)=0~0.1m、スティーブネス(H/L)=0.1(最大)であり、この範囲内で任意の諸元の波を起こすことができる。

さて、実際に施工されている防波ぐいが比較的効果をあげているのは主と

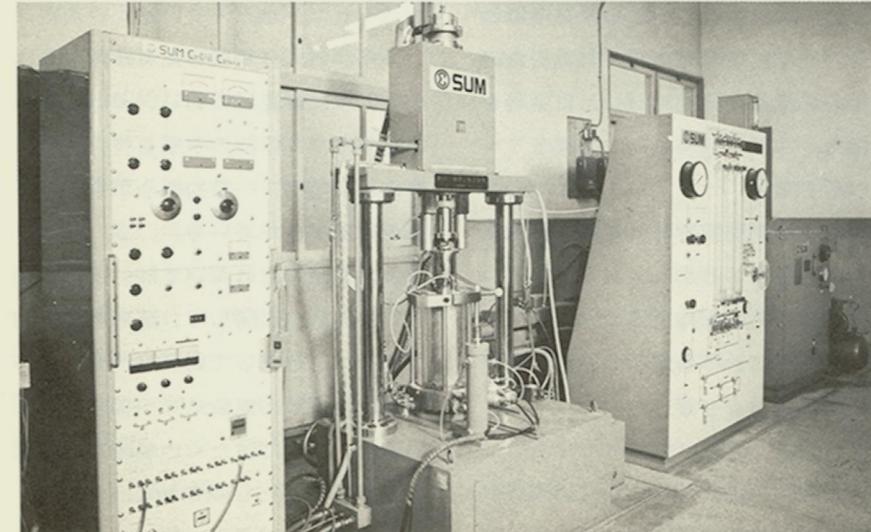


うなさまざまなケースについて実験を行ない、図-4、図-5のような5層パイプ、1層パイプ、そして2層パイプ($\theta=15^\circ$)の波浪通過率を得た。

この結果、これらを比較した場合、傾斜した1層パイプの連接型が最も良いという結論に達した。すなわち、消波率の大きいわりに安価であり、一枚の板の場合に比し、パイプの連接体、または段ボール紙のような組み合わせは構造体の方が剛性が大であり、海水交流を妨害することがほとんどなく、既製パイプを現地で組み立てて加工することができるので、運搬費、材料費が割安となる。また、傾斜していることにより、空気を連行し、実験の場合よりも一段と消波効果がよくなることが期待される。なお、干満潮位差の大きいところでは、その範囲に応じて2層~3層構造とする必要があると思われる。

水産増殖施設の中には、多少の波があった方が、かえって好都合な場合があるが、この場合、この消波体自体を外洋性のコンブ、岩ノリ等の養殖として利用し、内部に本来の増殖施設を利用するという一石二鳥の効果が期待できるという钢管ぐいの突飛な使用例である。

昭和52年の筑波への移転準備は着々と進められ、全国に唯一の農業土木関係専門試験研究機関である農業土木試験場が、その研究施設の規模、内容を世界的水準のものへと一新する、この日を期待して取材を終えたのである。



■レポート

送電用鉄塔特殊基礎の設計・施工基準まとまる

—電気共同研究会が刊行—

昨昭和49年10月、電気共同研究会（大手電力会社、電源開発等により構成される）は、送電用鉄塔特殊基礎の設計・施工基準をまとめた。

これは、電気共同研究（電気共同研究会刊）第30巻・第2号に発表されたもので、全11章および付録から成っている。

送電用鉄塔基礎の研究に関しては、長年にわたり精力的に調査・研究が行なわれ、その成果は、そのつど送電用鉄塔設計標準に反映され、送電線建設に大きく寄与してきた。このような技術的進歩の一一方、最近の旺盛な電力需要に伴い、送電設備も多回線大容量化の傾向にあると同時に、都市化拡大に伴い社会環境の変化により、電源にあっては遠隔化、送電線路にあっては軟弱地帯やけわしい山岳地帯に多く建設せざるを得ないような状況となってきた。

このように鉄塔の大型化による荷重の増大、建設地点の地形、地盤条件の悪化ならびに社会環境からの施工条件の制約などにより、標準基準では対処できず、省力化も合わせて特殊基礎を採用するケースが多くなってきた。

最近の電力10社における年間の送電用鉄塔の建設基数は約15,000基で、このうち特殊基礎は約8パーセントにあたる1,200基と推定され、この状況を端的に表わしている。

また、送電線建設費のうち、基礎工事費の占める割合は大きく、特殊基礎についてはさらにその割合が大きくなり、設計・施工の方法いかんによって

は経済性は大きく左右され、とくに重要な問題となっている。

このような背景のもとに、特殊基礎について、さらに合理的な設計法ならびに、施工方法を確立することが強く要望され、その研究を推進するため、昭和47年2月、「送電用鉄塔特殊基礎専門委員会」が設立された。

この委員会は、中部電力・揖斐勉氏を委員長として、各電力会社からの幹事・委員および特別参加委員等から構成された。

その運営にあたっては、研究内容が高度で、かつ詳細な検討を要するため、上記幹事を設置し、幹事会での方針決定に基づき、本委員会が審議する方法とした。

また、特殊基礎すべての設計、施工に関する諸問題を解明するためには、長期にわたる研究を必要とするため、特殊基礎のうち最も多く採用されているくい基礎、アンカー基礎にしほって研究を進めることとし、土木建築など他分野の設計手法や設計基準を参考として、さらに各電力会社で実施した研究結果、設計、施工例をもとに審議を続けた。

なかでも

- ①基礎の不同変位による鉄塔耐力への影響
- ②くいの引抜支持力
- ③地震時における鉄塔への影響

等の解明に力点を置いた。

である。

発表された「送電用鉄塔特殊基礎」の詳細については、誌面に限りがあるのので、ここでは文献の項目を紹介するにとどめたい。

「送電用鉄塔特殊基礎」

- 第1章 総説
- 第2章 特殊基礎の適用と方針
- 第3章 地盤調査
- 第4章 支持力試験
- 第5章 くい基礎の設計方針
- 第6章 くい基礎の支持力
- 第7章 既製ぐい基礎の設計と施工
- 第8章 場所打ちコンクリートぐい基礎の設計と施工
- 第9章 アンカー基礎の設計と施工
- 第10章 基礎の変位と影響
- 第11章 耐震設計
- 付録1 鋼管ぐい基礎の設計例
- 付録2 P C ぐい基礎の設計例

なお、このうち第5章においては、特殊基礎の中でも送電分野ではその約90パーセントを占めているくい基礎について、その全般にわたる知識を得られるように解説しており、くい基礎の選定ならびに設計の手順をブロック図等により説明、一般的な概念が得られるよう配慮されている。

また、第6章においては、くい基礎の支持力算定に関して、現在静力学的公式をはじめとして動的支持力公式のほか、数多くの実験式等が提案されているが、ここでは、くい基礎共通の設計法をまとめたものである。

この結果、問題点のすべてについて完全な結論が出たとはいえないが、送電用鉄塔の特殊基礎に対する設計・施工についての基本方針がまとめたの

西から
東から

最近の技術研究活動から

当協会の、特別技術委員会、市場開拓委員会には、研究開発の各課題に応じて、分科会が設けられているが、これらの分科会での最近の研究活動状況を紹介する。

1. 鋼管ぐい基礎工法の低騒音化に関する研究

現在、無騒音工法と称される各種の工法が試みられているが、コスト高、泥水の発生から生ずる環境劣化、技術的にみた場合の支持力不足の不安などの弱点があり、今後の研究課題であるが、とはいえた既成ぐい基礎工法は、基礎工法で最も信頼性が高いことは論をまたない。そこで打撃工法によるくい打ち時の音を低減する方策を早急に開発する研究が進められた。

そして、ディーゼルバイルハンマ全体をカバーする方式について基礎実験をしたところ、音源から30m地点で72dB(A)という騒音規制値を下まわる結果を得たのでハンマとくい全体を囲う防音カバーを試作中である。

2. 「クイ・シソーラス」の作成と文献情報処理システムの開発

くいに関する文献は、多数あるが、文献を系統的に分類整理し、研究活動に利用できるシステムができていないのが実情である。そこで文献整理をする前に、専門分野で使用される用語相互の関連づけと用語の分類をする必要があるため、約6,000語のキーワードから、検索に使用する標準キーワード（ディスクリプター）314語と直接使用しない標準キーワード（非ディスクリプター）257語を選び、文献抄録には、これらのキーワードを付して、分類整理することになった。

3. 鋼管ぐいの付属品に関する仕様の標準化

鋼管ぐいの付属品としては、補強バンド、十字リブ、丸蓋、丸蓋十字、吊金具等があるが、これらの付属品の仕様については、各メーカーまちまちであったため、利用者側にとって、不便とわずらわしさがあったので、これら付属品の仕様（寸法、肉厚、材質、溶接仕様、許容差など）を標準化することとなった。

4. 鋼管矢板の継手形状の選定

東京都港湾局では、廃棄物処理場の新設にあたり、鋼管矢板による二重締切り構造を採択したが、場所的には東京湾の軟弱地盤地帯で、しかもごみ処理の緊急性にかんがみ、工期の短縮を図るために、45m前後の長尺鋼管矢板を1本物として現場に搬入し、打ち込み、しかも間に合わせることが必要になった。

鋼管矢板の継手形状は、種々開発され実用に供されているが、汚水の滲出防止、さび防止等の条件下において、長尺物の打ち込みを実施するための最適継手形状を選ぶことになった。

当協会は、東京都港湾局からの委託に基づき、各種の施工実績、諸実験データを集め、種々検討を行なった結果、新しい継手JASPP-P型を開発し、これを東京都港湾局に答申した。

このタイプは、既存のバイブルバイブル型を上記止水性、施工性等を考慮して改良したものである。

5. 構造材料の防食技術の開発

建設省では、総合技術開発プロジェクトとして、海洋開発にともなう海洋構造物の防食手法の指針化のための基礎的資料づくりを行なった。

となり、当協会は、その委託をうけて、建設省、国土開発技術研究センターの三者との共同研究として、防食钢管ぐいの海洋暴露試験を実施した。

試験材料は、アルミ、タールエポキシ、亜鉛浴射、ガラスクロス、プラスチック、レジン、ファイバーコンクリート、モネル等の各種を組み合わせて13種類とし、特に、スプラッシュゾーンの防食に重点を置いて試験が行なわれている。

6. 鋼管矢板式基礎の設計法樹立のための研究

建設省では、新しい工法である钢管矢板式基礎工法の設計施工の指針化を検討中であるが、これに関連して、阪神高速道路公团では、計画中の安治川橋梁の基礎工の資料を得ること目的として、钢管矢板式基礎の模型実験が計画された。

当協会では、同公团からの委託に基づいて、人工地盤中に埋設した模型および気中に設置した模型について、静的水平載荷試験・動的試験等を実施し、データに基づいて解析を実施中である。

7. その他

海洋構造物の大型化に対応するため、钢管製大型護岸の設計規準の検討をすることとなり、運輸省港湾局及び同港湾技術研究所とタイアップして、各種の実験を含む調査研究を開始した。

また、本州四国連絡橋公团からの委託に基づき、同公团で建設する海中構造物の防食手法の指針化のための基礎的資料づくりを行なった。

このほか、合成ぐい、ネガティブフレクション等についても引き続き研究が進められている。



石井富志夫のゴルフのエッセンス

●スリーパットのあなたへ

を動かすストローク型のいずれにも名入上手がいます。

体重のかけ方についても、多くの人は左足中心のようですが、ニクラウスなどはオープンスタンスから頭を傾けてボールのうしろからラインを通して見るようななかまえで、体重を右足に置いていているように見受けられます。

これだけ、いろいろなスタイルの名手があるということは、無責任ないい方をすれば、要するにいちばんやりよいと思われるスタイルでやればよいということです。事実、これこれの方式でやりなさいと押しつけることは、バッティングに関するかぎり無意味かもしれません。

しかし、どのスタイルをとろうと、これだけは絶対に守らなければならぬ基本的な公理のようなものは、バッティングといえども厳として存在します。

その第一。バットの上手な人すべてに共通なことが一つあります。それはストロークの間中、手以外は身体が静止していることです。（うんと長いロングバットのとき、例外的にひざを多少送る動作をする人はないではありません）

一度ラインをきめたら、じっとかまえて、バターフェイスの中心でボールをしっかりと打ちぬくことに神経を集中し、手だけをライン上に走らす——

単純明快、これがバッティングにおける第一の肝心な点です。

バットの不安定な人は、一度よくふりかえってみて下さい。バックスイングのとき、無意識にひざをひょいと動かしてはしないか、あるいは、ストロークにつられて、右肩が前の方へ出て来はしないか……。

とくに、後者はよく見受けられる誤ちです。ショートバットではそんなこともないが、ロングバットでは、ライン上をころがって行くボールを追うように右肩が出ていくというのはよくあることです。結果、ボールはホールより左へそれてしまします。どんなに長いバットでも、右肩はしっかりと残して、手だけをライン上に送り出して下さい。

第二に大切なことは、バターフェイスをあくまでラインに直角に保ち、ライン上にまっすぐ引いて、まっすぐ出すことです。このことの大切さは、説明を加えるまでもないでしょう。

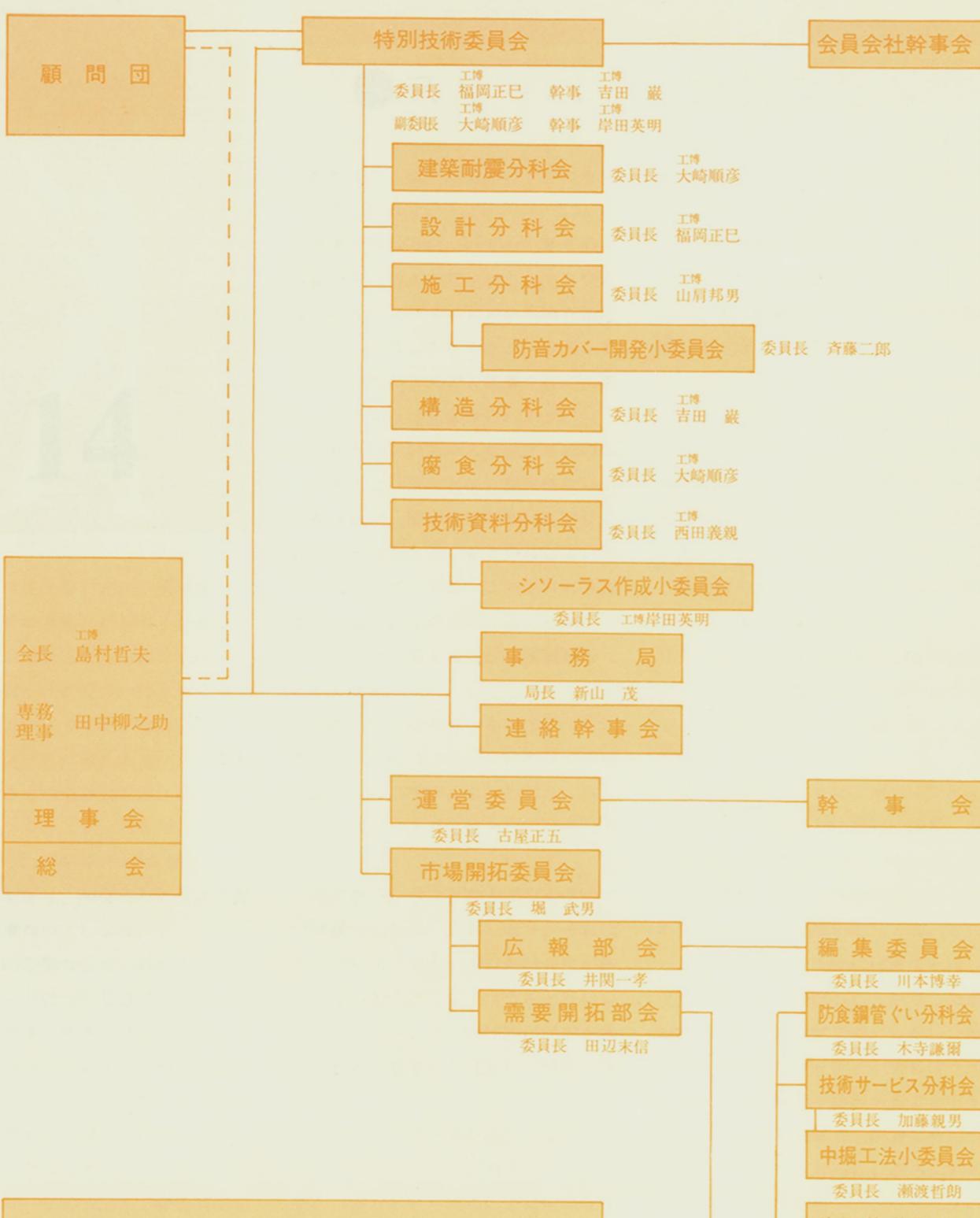
このような点を十分に注意すれば、ラインにのって伸びるじっくりした球が必ず打てるはずです。しかし、やっかいなのは、バッティングにはラインのほかに距離の問題があることです。これだけは理屈ぬきで、練習で身につける以外にありませんし、さらにいえば練習にも限界があって、もって生れたカンが最後はものをいうようです。

でも一つだけアドバイスしておきましょう。それはロングバットのとき、テークバックを大きくとりすぎないことです。距離の加減はフォロースルーで調節するようにしましょう。それがスイートスポットで球を正確にとらえるコツです。



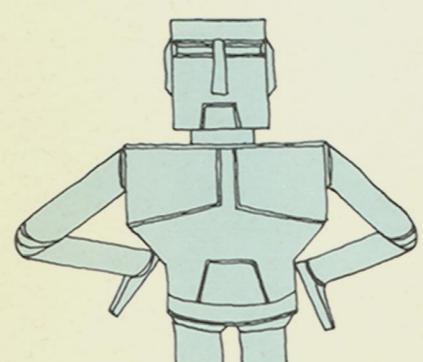
钢管杭協会組織図

(昭和50年 6月20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
	3	千葉製鉄所：千葉市川崎町1番地	U.O.E.
川鉄鋼管株式会社	4	千葉市新浜町1番地	スパイラル、板巻
久保田鉄工株式会社	5	大浜工場：大阪府堺市築港南町10	スパイラル
	6	市川工場：千葉県市川市高谷新町4	スパイラル、
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	君津製鉄所：千葉県君津郡君津町1054-2	スパイラル、U.O.E.
	9	光製鉄所：山口県光市大字島田3434	電縫管
	10	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	11	和歌山製鉄所：和歌山市淡1850	電縫管、ケージフォーミング
	12	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、スパイラル
	14	加古川工場：兵庫県加古川市東神吉町680	スパイラル
中国工業株式会社	15	吳第二工場：広島県呉市広町10830-7	板巻
東亞外業株式会社	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：広島県福山市钢管町1	U.O.E. スパイラル



钢管杭協会会員一覧 (50音順)

株式会社吾嬬製鋼所 住金大径钢管株式会社
川崎製鐵株式会社 住友金属工業株式会社
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 東亞外業株式会社
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.14
発行日 昭和50年 6月20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
東京都新宿区三栄町20-3 〒160(新光オフィソーム)
TEL03(357)5888
(無断転載禁)

「明日を築く」

編集関係者のご紹介

(広報部会、編集委員会委員)

広報部会 編集委員会
委員長 井関一孝(久保田鉄工) 委員長 川本博幸(久保田鉄工)
委員 川本博幸(久保田鉄工) 委員 青木茂(日本钢管)
別府勝也(新日本製鐵) 齊藤絢(日本钢管)
井本正雪(川崎製鐵) 志塚晃(住友金属工業)
山路修(住友金属工業) 弘紹一郎(新日本製鐵)
渡辺宏(日本钢管) 松岡純雅(川崎製鐵)



鋼管杭協会