

漂砂に関する基礎研究と現場における諸問題

総括執筆者	尾崎	晃*
話題提供者	樋木	亨**
同	柏村	正和***
同	豊島	修****

海岸工学の分野においても、漂砂に関する諸問題、たとえば海岸欠壊、河口閉塞、港湾の埋没など、沿岸に住む人々にとって直接日常生活を脅かすような自然現象に関する研究は、最も必要かつ急を要するものであって、文部省の科学研究費補助金でも災害科学特定研究の一部に取り上げられてきた。漂砂問題に直接携わる研究者も、最近は次第にその数を増し、大学関係はもとより、海岸や港湾を所管する諸官庁の技術者も、それぞれの立場は異にするとはいえ、漂砂に起因するいろいろな現象の解明およびその対策に努力している。しかし、漂砂の問題ほど複雑でわからないことだらけのものは他の分野にはみられないのではないかと思われるほど、基礎的研究と実際の自然現象とが一つの体系をなして、きちんととした形にまとめられていないのが現状である。多くの研究者によって、一つ一つの基本的な現象については水力学、力学あるいはまた自然地理学などの手法を応用して研究が進められ、少しづつではあるが、基礎的な知識はふえつつある。しかし、それらの知識は基礎的な個々の問題ごとに、ばらばらに独立しているかのようであって、相互間の関連についての橋渡しができていないか、あっても不十分であると思われるものが多い。したがって、それらの個々の知識をそのまま寄せ集めてみても、冒頭に掲げたような、現場の問題を解決するためにきわめて力が弱い。行政面、その他現実の要求によって、ともかくなんらかの手段で問題に答を出さなくてはならない現場の技術者と、基礎的な問題の究明に努力している大学や研究所などの研究者の間には、まだ埋められていない間隙が残されており、それがときとしては一種の不信感を生み出す原因ともなっている。

今回の漂砂に関するシンポジウムは、以上のような現状認識に基づき、大学や研究所で漂砂問題を研究している基礎的研究の担当者と、海岸防護工事・港湾工事などの第一線で漂砂に関する実際問題と取組んでいる現場技術者との間において、何がそれぞれに共通の問題となっているのか、また相互間において互いに要求し、答を求めようとしている問題がいくつあってはいいのか、意志の疎通はよく行なわれているであろうかなどの諸問題について話し合い、互いに反省したり理解を深めたりしたいということが、その大きな目標であった。

昭和 46 年 10 月 30 日に、札幌における第 18 回海岸工学講演会行事の一つとして行なわれた、漂砂に関するシンポジウムの出席者は 108 名で、その内訳は大学関係が 54 名、官公庁・会社の研究所 19 名、行政官庁の技術者 14 名、民間会社関係 21 名という分布であった。以下に当日の主要課題および、それについての討議内容を総括する。

話題提供はまず「自然の漂砂現象」について大阪大学の樋木教授、「漂砂調査法」について北海道大学柏村教授、「漂砂対策と構造物」について建設省の豊島技官からそれぞれ約 30 分程度、スライド映写なども含めて行なわれ、その後それぞれのテーマに関連して活発な質疑応答や意見の開陳が行なわれた。

今までのところに漂砂問題ということばが再三用いられてきたが、まず、このことばの内容をある程度規定しておく必要がある。われわれは、いま漂砂問題として次の 4 項目であらわされる内容について考えることしたい。

- ① 漂砂の移動限界に関する問題
- ② 漂砂の移動機構と移動量の問題
- ③ 漂砂の移動結果生じる海浜変形の問題
- ④ 海岸構造物と漂砂との関連性

* 正会員 工博 北海道大学教授 工学部土木工学科

** 正会員 工博 大阪大学教授 工学部土木工学科

*** 正会員 理博 北海道大学教授 工学部理学第一研究室

**** 正会員 建設省河川局海岸課 課長補佐

以上の各内容が、前記の話題提供3課題の中に、少しづつ形を変えて含まれるのであるが、樋木の話題は主として②項を中心にし、あわせて③項については不規則波の場合にどうなるかという点に焦点を絞った、どちらかといえば基礎的研究の色彩の濃いものであった。次いで柏村の話題は、漂砂の調査法ということで、実際の海岸を対象とした場合の上記4項目全般に関連を持つものであるが、話題提供は北海道の日高海岸における、漂砂の移動結果生ずる海浜変形の問題を中心にして、それに関する調査の実際面がスライド説明をとおして紹介された。豊島の話題は主として③、次いで④の内容に関するもので、全国各地における構造物と漂砂移動・海浜変形の実例がスライドによって示され、先にも述べたように基礎研究と現場における実際問題とをどのように結びつけてゆくかという面に、数多くの興味ある問題を提供した。

1. 自然の漂砂現象

漂砂移動量と波による質量輸送速度とが密接な関係を有することは古くからわかっており、1個の漂砂移動を波による水粒子の質量輸送速度と結びつけて、その漂砂の移動方向および海浜地形変化の機構を明らかにしようとする研究が行なわれている。その要点は

$$C_D \cdot \rho \frac{\pi d^2}{8} (\bar{u}_d - \bar{u}_s)^2 = F_G \cdot \sin \alpha \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 C_D ：抗力係数、 d ：平均粒径、 $F_G = \rho(M_s - M_f)$ 、 M_s ：砂粒の質量、 M_f ：砂粒と同体積の水の質量。

また、重複波の場合に層流境界層および滑面の乱流域層における質量輸送の流速分布を求めてみると図1のようになり(図中 r は反射率)，下層では上層と異なる逆転層が生じている。したがって、砂の移動がこの質量

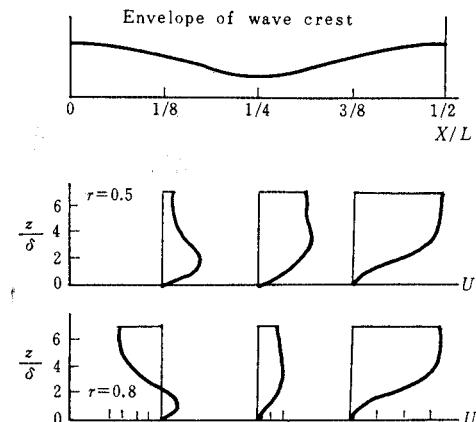


図-1 重複波における質量輸送速度の場所的分布

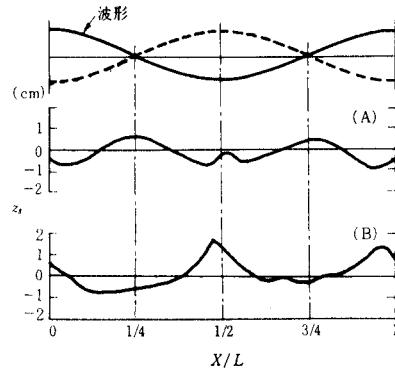


図-2 重複波における海浜変形

輸送速度と密接な関係があるものとすれば、底質の粒径が逆転層の厚さより小さい場合には重複波の節の部分に底質が堆積するものと推定され、一方、浮遊状態の砂が多い場合には境界層上の質量輸送速度によって左右されるものと考えられる。図-2(A)は境界層が層流の場合で逆転層によって砂粒子の移動が支配される場合であり、図-2(B)は、 $H/(\sigma/\rho - 1)d$ の値が大きい、浮遊の状態で砂が移動する場合である。両方の図を対比させてみると、砂の移動と質量輸送速度の方向が一致することが明らかである。

以上のように、漂砂移動と波による質量輸送速度との間に密接な関係の存在することは認められているが、定量的な海浜変形を算定するためには漂砂量の定量的把握が必要である。とくに長期にわたる汀線変化は、沿岸漂砂量の場所的な変化に基づくといわれており、漂砂調査の最終目標を、この沿岸漂砂量の完全な推定にあると断定している人もある。

現在までに提案されている沿岸漂砂量公式には、大別して、① エネルギーフラックスからの推定法と、② 漂砂移動機構を考慮した漂砂量公式の2種類がある。前者は、沿岸漂砂が主として沿岸流によって運ばれることから、沿岸流を発生する碎波のエネルギーの海岸線に沿う成分 E_x より沿岸漂砂量を推定しようとする方法で、一般に次の式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} Q_x &= \alpha E_x^n \\ E_x &= \frac{1}{2} E_0 m \cdot \sin \alpha_b \cdot \cos \alpha_b \cdot K_b^2 \\ E_0 &= \frac{1}{8} \rho g H_0^2 L_0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

ここに、

m : 1日の入射波の数 = $24 \times 60^2 / T$ (T : sec 単位)

α_b : 碎波角、 K_b : 碎波点での屈折係数

上式中の定数 α および n は、海岸の特性に応じて表-1のように異なっている。式(2)によると砂粒径の大き

表-1

提案者	α	n	Q_x の単位	E_x の単位	底質(mm)	海浜勾配
Savage	2.17×10^{-4}	1.0	m^3/day	$kg \cdot m/day/m$		
福江海岸	31.1×10^{-4}	0.54	m^3/day	$kg \cdot m/day/m$	$d=1 \sim 2$	1/10
田子の浦海岸	5.25×10^{-4}	0.80	m^3/day	$kg \cdot m/day/m$	$d=5 \sim 40$	1/5 ~ 1/10
鹿島海岸	0.6×10^{-4}	1.0	m^3/day	$kg \cdot m/day/m$	$d=0.2 \sim 0.15$	

い海岸の沿岸漂砂量が、粒径の細かい海岸のそれよりも小さい値を示すとは限らない。このことは、沿岸漂砂量が、単に粒径の大きさのみでなく、波高との相対的大きさの関係で左右されることを意味し、したがって、 α , n もそうした観点から定めなければならないことを示している。

次に、漂砂の移動機構を考慮した漂砂量公式であるがこれは一般に、沿岸流によって運ばれる沿岸漂砂の移動を、河川の流砂量公式に類似させて求めようとするものである。例をあげれば

$$\left. \begin{aligned} Q_x &= 673 M \cdot N (\sin 2\alpha_b)^{4/3} \cdot \cos \alpha_b \\ M &= i^{4/3} \cdot d^{-1/2} \\ N &= H_b^3 (H_b/L_0)^{2/3} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ただし、 Q_x は m^3/h 単位で $\sigma = 2.65$, $\rho = 1.0$ としての値

である。このほかにも、なお幾つかの同じような考え方に基づく沿岸漂砂量算定公式が提案されている。しかしそれらの公式を用いて漂砂量を求めてみると、相当に大幅なばらつきがあり、比較的よく合うものもあるが、中には 2~3 倍程度も異なるものもあって、現段階ではおよその order を与えるものと理解したほうがよいであろう。

次に、漂砂移動に及ぼす波の不規則性の影響に関する問題であるが、樺木は従来実験で取り扱ってきた規則波による漂砂移動と不規則波による漂砂移動の相違を調べるために、まず、沿岸砂洲が発生するかしないかを見るための実験を行なった。従来の規則波による沿岸砂洲

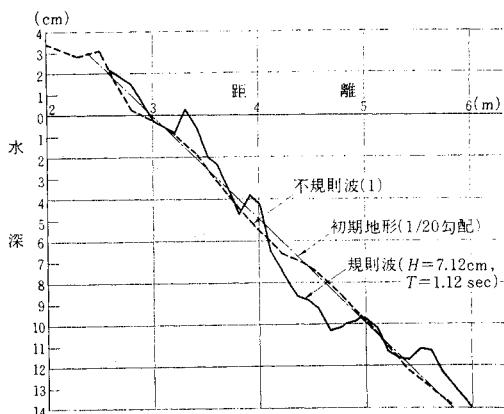


図-3 不規則波と規則波の地形変動の差違

の発生は H_0/L_0 と H_0/d_{50} によって定まるとしているが、不規則波の 1/3 有義波の特性がこの砂洲発生領域にある不規則波を用いて実験した結果、図-3 にみられるように、規則波においては明らかに沿岸砂洲が発生するのに

対して、1/3 有義波の特性がこの規則波と同じ特性をもつ不規則波においては、明瞭な沿岸砂洲は発生せず、また、初期地形からの地形変動も規則波に比べて少ない。また、実験中の観察によても、地形の変動速度は規則波のほうがきわめて早いことから、1/3 有義波に対応する規則波による漂砂移動量が、不規則波に比べて大きいことが認められた。なお、以上の点については実験の数もまだ少ないので速断するのは危険であるが、従来まだ行なわれていなかった実験なので興味ある問題と考えてシンポジウムの話題とした。

以上の話題提供に対し、いろいろな立場から質疑が行なわれたが、要約すると次のようになる。まず、最初の漂砂量算定公式に関する問題では、式(3)中に粒径 d の $-1/2$ 乗という関係があるが、これに関しては 1950 年代にマノハが d の $+1/2$ 乗で、粒径が漂砂量にきいてくるという式を出しているが、この点はどうかということを取り上げられた。これについては十分な討議はできなかつたが、いろいろな点から考えて、マノハの式には疑問があるという結論になった。

また、岩垣・樺木の漂砂量公式を使用する場合の図表中で粒径 d が 0.2 mm 以下についてのものがないが、この範囲の粒径については同公式は適用できないかという質問に対し、そうではないのであって、図の数が多くなるので、のせてなかつたという回答があつたが、ただこの問題に関して、漂砂移動の場合の砂の動きやすさということに対する、砂粒径の最小限というようなものがあるかどうかという点について、粘着性でのてこない、砂粒としての本来の動きが可能な限界という観点から討議が進められた。また、漂砂量公式を用いる場合、式中の d としては年間の季節的変化、および海岸における場所的変化という点からみて、いつの、どの場所の砂の粒径を標準に取るかというような問題も議論されたが、これも結局は、その問題の性質に応じて、妥当と考えられるものを用いる以外に方法はなかろうということで落着した。

しかし、この話題に関する討議のなかで最も本質的な問題であったのは、結局、以上のようにたくさんの公式が、いろいろな考え方からつくられ、公式集などにも採用されて一般に使用されているが、現在の海中における波や流れによる漂砂移動の問題に関する研究の水準からすると、河川における流砂の算定などに比べてもかなり

遅れた段階にあると考えられ、したがって、そのような段階でつくられた公式を一般の人が間違いないものと信じて、設計などに用いて、非常に異なった結果があとで生じたような場合、責任の所在はどう考えるべきであるかということであった。

この議論に関しては、いまの時点では明確な答が得られないのは明らかであって、まだまだ基礎的な研究の積み重ねが不足しており、実験や現地観測などをさらに改善しながら、一步一步基礎研究を重ねてゆく以外にはどうしようもないということで一致した。沿岸漂砂量に関する定量的な扱い方の現状を如実に示した議論といえよう。

次に、不規則波による海底地形変化に関する問題ではここに紹介された実験例では、海底地形の変動状態が規則波の場合に比べて小さいようだが、実際の海ではほとんど不規則波であると考えられるのに、しけのあと、海へいってみると海底断面の変化が非常に激しいことを、しばしば経験する。この両者の関係はどのように解釈したらよいかという疑問が提出された。このあたりの問題点も現状ではまだよくわからっていないところであって、明快な答は出てこない。ただ推論ではあるが、たとえば沿岸砂洲の発生という点では日本海側のほうがその発生率は高い。これは日本海側では冬季の季節風などで同じような波が非常に長時間作用する場合には、それが不規則波であっても、沿岸砂洲ができるのではないかと考えられる。一方、規則波のほうは地形変動が波の変化に追随していく速さが不規則波に比べて大きいので、太平洋側などのように、台風時に大きな波がきてても作用時間が短いので、海底地形も早い速度で絶えず変化し、砂洲の発達が認められないのではないか、というような考えが述べられた。

さらによく、不規則波による海底地形変動を取り扱う場合に、構造物の設計と同じように 1/3 有義波で代表させてよいのかどうかという点も重要な問題として取り上げられたが、海底の砂粒を動かそうとする力は水粒子速度の 2 乗できいてくるので、1/3 有義波で対応させるのがよいのか、あるいは平均波でよいのか、1/10 有義波のほうがよいのか、このような対応性の問題が新たにてきた。しかし、これに対しても、いまはまだ結論を下せない。

以上に要約したように、第一の話題については、多くの異なる角度から、また異なる立場から取り上げられて進行中の基礎的な研究が総合されてこないと、望むような答は得られないのではないか、また、そのためには、まだしばらく時間を要するであろうが、なるべく早急にそれらの研究を促進するするような手段を講じることが望まれる。

2. 漂砂の調査法

漂砂の調査は従来非常に困難なものとされているが、その原因は、漂砂が海中の現象であるために、広範囲な調査は大がかりなものになるばかりでなく、漂砂自体の運動が風・波・沿岸流に大いに支配されるので、そのような量の綿密な測定をも同時に実行なわないと解析できない場合が多いからである。したがって、主として行なわれるものは汀線変化の測量や、深浅測量によって季節的にまたは経年に砂の動きを推定する手法であった。しかし、工学上にはもう少し短期間の砂の動きを調べる必要もあって、アイソトープを含む人工砂や、蛍光染料で着色した砂の移動を追跡して、その速度や方向を知る手段が発達してきた。また、汀線や海底の砂の組成分布を調べて、その移動経路を推定する方法も用いられている。

いずれの方法も漂砂の実体を知るのには完全とはいえない、測器の改良や全く新しい測定法の出現が待たれている。しかも、模型実験で得られる種々の漂砂公式は、実際の海中では、地形条件が複雑なために適用できない場合が多く、少なくとも現地でのなんらかの方法による測定が必要なのである。

ここでは、現在行なわれている調査法のあらましについて述べる。漂砂の調査は、単に漂砂を追跡したり、補給源を推定したりするだけの問題ではなく、広域の地形地質、河川の配置や管理状態、海岸に作用する風、波、沿岸流などの力学的条件など多角的視野にたって、初めて特性をつかむことができる総合調査である。

漂砂の成因については、河川から流出する土砂および海岸の侵食による砂がそのおもなものであることは周知のとおりであるが、それらが波や沿岸流の作用によって、汀線に平行あるいは直角方向に掃流および浮遊によって運搬される。

漂砂の問題は、多くの現象たとえば地形地質・河川流出土砂・風波・沿岸流などと密接な関係を持っているので、それらについての総合的な知識を得ておかなくてはならない。また、この知識が十分であれば、それだけで漂砂の状況をかなり推定することができる。予備的な調査項目としては、① 地形調査（海岸の性質、河川の状態）、② 風・波の調査、③ 沿岸流調査、④ 海底・汀線の地質調査、などがあげられ、これらによってその海岸の漂砂の特性について、およその見当をつけることができる。局部的な現象は別として、上記の 4 項目を十分に調べれば、大局的に見当違いな結論を出すおそれは、まずないといってよいであろう。

以上の予備調査によって長期間にわたる傾向を知り得たならば、次の段階では、さらに詳細な短期の実態ある

いは局地的な現象を知るための、次のような本調査を行なう。

① 汀線測量：定期的に汀線の位置を測量し、その間の気象・海象の記録と比較すれば、漂砂による浸食・堆積の程度がわかる。

② 量砂標：汀線だけでは堆積量推定が不十分のときこの量砂標により砂の標高を測定する。

③ 深浅測量：音響測深機により、季節ごとまたはしけの前後などの海底の浸食堆積を調べる。最も重要な調査の一つで、できるだけ数多く実施するのがよい。

④ RI や蛍光砂による漂砂追跡は世界に先がけて、昭和 29 年に苫小牧港で RI Zn 65 を含んだ人工ガラス砂を海底に投入し、その移動を G-M カウンターで追跡して移動量および方向を求めた。その後、RI の種類や検出方法に種々の改良が加えられた。しかし、沿岸汚染や経費を要するなどの点から現在はあまり用いられていない。最近はこの代わりに蛍光染料で着色した砂をトレー サーとして使用し、蛍光散乱光度計の使用、または単純に紫外線を照射したりして蛍光砂を検出する方法が用いられている。検出には多少の労力を要する。

⑤ 光電式透明度計による漂砂濃度測定：漂砂濃度を船の上から直接に透明度計を用いて測定しようとするも の。ただし、海中の漂砂濃度は河川の浮遊砂に比して 小さいので、感度の良い計器を必要とする。なお、測定の 最も必要な、しけのときに船が出動不可能の場合が多く都合が悪い。

⑥ 捕砂器による漂砂調査：おとし穴方式・金網方式・土試方式など種々のものが考案されているが、ここでは竹桿方式による漂砂調査について述べる。使用する竹としてはさらし苦竹（太さ 5 cm 内外、長さ 4.5 m 程度）が最適である。下部の節から幅 1 cm、長さ 5 cm の穴を両側に一対ずつあける。漂砂は海底に近いほど多いので下部は一節ごとにあける。経験によれば、海底から 70 ~ 100 cm 程度までは濃度がきわめて高いので、穴の最下位は 20~30 cm くらいから設けるのが望ましい。上部は竹に浮力をもたせるために一つおきの節に穴を設ける。この竹の下部に締付け金具をつけ、それに約 15 kg 程度の鉄の重りをつけて海中に入れる。竹は節の浮力によりおよそ 20° くらいの角度で立つ。この竹を調査海域に必要本数だけ投入する。3~7 日間放置しのちに引き上げ、節の中に溜った砂を取り出し、乾燥後秤量し、また必要があれば粒度分析を行なう。このような捕砂竹による測定結果の一例を 図-4 に示す。一般海岸の通常の漂砂垂直分布は、この I 型のように「く」の字をやや左に傾けたような形状になる。2 型~4 型は構造物の影響のあるところに現われ、5 型は河川からの流出浮泥の顕著な海中でみられる。こうして得られた垂直分布の形か

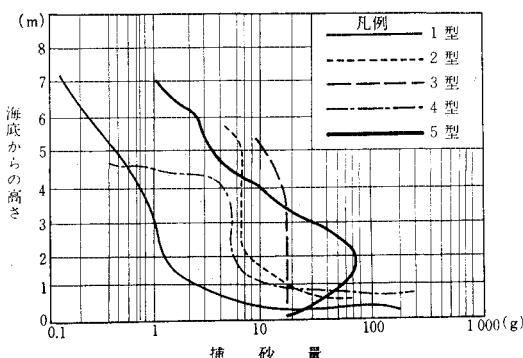


図-4 捕砂の垂直分布

ら、まずその海域でどのような形態の漂砂が卓越しているのか判定できる。しかし、この捕砂器の欠点としては、捕砂量と捕砂濃度または流速との関係がまだわかっていないことで、定量的な調査には使用できない。

以上の問題点を骨子として、多数のスライドにより日高海岸その他で実際に行なわれた調査の実例、海岸の状況などについて話題提供がなされた。

実際問題として漂砂の調査に關しては、いろいろな立場での考え方があるが、いま述べられたように、たとえば日高海岸という特定の場所における漂砂を巨視的な立場から把握しようということは、現実に浸食および堆積による漁港の埋没というような、理屈はあとにしてもとにかく何とか実際面での解決を迫られた場合に、最も近道な方法である。同様な性格をもった海岸調査が、ほかにも各地で実施してきた。

一般的に上記のような調査は、深いほうでもせいぜい沖側の碎波線まで、それに汀線付近と陸上のある範囲内くらいの幅で行なわれている。短期間の変動を知るにはそれで間に合うが、少し長い期間の推定をするためには、沖浜領域における砂の動き、海底変化に注目する必要があると考えられ、今までよりもっと水深の深い部分についても精密な深浅測量がいるようになるであろう。

前記の竹桿による漂砂捕集の調査法は、しけの場合に竹筒内へ漂砂が堆積してゆく時間的過程がわからないがこの点がわかるようなよい方法は、ないであろうかという問題について質疑が行なわれた。この点については、先にも述べているように、いまのところどうしようもないこの方法の欠点であるが、しかし、軽石の砂とか、なにか他と区別できる種類が混じっている場合には、それが層状にはまれていていることから、ある程度まではその漂砂の動いた方向などを追求する手がかりが得られるのではないかという意見も述べられた。また、これと関連して、蛍光砂をトレー サーに用いた場合の検出法として、建設省で荷造用のガムテープを 10×10 cm くらいに切って、これを海底に押しつけて蛍光砂を採取しよ

うとしたが、このテープを一度ガソリンに漬けておいて用いると、蛍光砂だけがついてくるようになったという興味ある報告があった。同様な性質のなにかちょっとしたアイディアが、このような漂砂の調査にあたっては大きな役割を果たすことが多いのではないかという点があげられた。

問題の発生している現地における大規模な実物実験的な調査も、もし事情が許せば必要なことと考えられる。たとえば、大潟海岸における石油会社の桟橋を利用しての漂砂調査とか、河北潟干拓放水路の河口で、汀線方向の幅 50 m、沖方向へ長さ 160 m にわたり -2.5 m まで掘削して、それが自然にどのような経過をたどって埋め戻されてゆくかを調べるという現地実験の例などがあげられた。後者の場合については同時に模型実験も行なわれて、漂砂に関連した模型実験の時間縮尺を算定するための研究も行なわれた。ただし、この場合についてもまだ一般的な結論を得るまでには至っていない。従来、漂砂の堆積を推定するにあたって、試験突堤などの構造物を設けて、ここで観測を行なって傾向を知るという方法がとられてきたが、上記のあらかじめ掘削をしておいて、埋め戻される経過をみてゆくというのも、逆ではあるが同じ意味をもつものであろう。

いま述べた現地実験の例は、比較的汀線に近い範囲に発生する現象で、掃流によって移動する砂が多いが、このような場合には、模型実験によても現地の状態を比較的よく再現できる。しかし、微粒の浮遊漂砂が主であるような場合には、模型による再現性もかなり問題であるという立場から、塩化ビニールの微粒子を砂の代わりに使用した模型実験の例について質問がなされ、これに對してこのような手段によって、その特定の実験においては地形変化の再現性が確かめられたが、しかし、これがどこまで一般性があるかということになると、まだまだ問題は残されていて、こうした特殊の場合の結果を一般化するためにはどうすればよいか、現在研究中であるというような見解が述べられた。また、海岸に直角方向の砂移動ということがしばしば問題になっているが、水平床で実験を行なう場合においても、どういうふうにして漂砂量を測定するかというようなことも実はまだよくわかっていないのではないか、というような意見もあった。

次に再び竹桿による漂砂捕集の問題に話題が向けられて、前記のような竹桿により垂直方向の漂砂量分布が得られるが、これと bed load とはどのような関係があるかという点に関して議論された。話題提供者の柏村から海底近くが取れないというのが竹桿による場合の最大の欠点であるが、しかし、かなり下のほうの海底から 25 cm くらいの所からは取れるので、その付近の粒径分布が鉛

直方向に、どのように変化するかをテストしたことがある。その結果によると、粒径についても大体平行に「く」の字分布ができあがっていて、粒度によって底のほうが粒度分布の大きいものが多く、それに小さな粒度分布のものが重なって合成すると「く」の字分布になるのかと最初は考えていたが、そうではなくて、各粒度ごとに「く」の字分布が平行になっている、というような説明があった。

3. 漂砂対策と構造物

海岸における漂砂現象の結果、海岸付近の地形が変化し、土砂の堆積する所や、逆に洗掘される所が生じて、それぞれに対して、防止対策が講ぜられることになる。近年になって顕著になった海岸侵食の大部分は、ダム工事・砂防工事あるいは河道改修工事などによる河川流送土砂の減少や、防波堤・導流堤あるいは護岸など臨海施設の設置による漂砂現象の変動など、いずれも自然に対して人工の手が加わるに及んで発生してきたものと考えられる。

これらの浸食性海岸の多くは沿岸方向の漂砂が卓越していると見られており、このためもっぱら突堤がその対策として用いられ、これらの多くは十分その効用を發揮してきたと思われる。しかし最近になって、従来は一時的な現象とみられていた汀線に直角方向の漂砂移動が顕在化し、沿岸方向のみならず汀線に直角方向の浸食も無視できなくなり、従来効用を發揮していた突堤もその機能が減退し、このため多くの海岸で、海岸を直接保護するための堤防・護岸が新設されるようになった。

これらの堤防・護岸は、反面また前面海浜・海底の洗掘を助長する結果となり、骨材採取のためにさらに激減した河川流送土砂や、従来、漂砂供給源の一部となっていた海岸の後退防止工事施工に伴う土砂供給量の減少などとあいまって、わが国における侵食海岸は、その防止対策の進展にもかかわらず、次第に侵食の度を増しつつあると考えられる。

そこで、これらの現象をひき起こす直接要因である漂砂に関する対策のうち、埋没防止対策として用いられる防砂堤は、その先端を荒天時の碎波帯の冲合まで延長しかつ十分の高さをとることにより、多くの場所で成功していると考えられるが、沿岸漂砂の方向が変化する所については、なお埋没対策に苦慮している所がある。

しかし、これらの防砂堤の漂砂の下手側では、汀線が後退して侵食の被害が生じてきた例も多く、上手側の堆積土砂の下手側への供給について考慮すべき時期にきていると考えられる。

同じく埋没対策として用いられる導流堤は、その目的

によって河口部の河道を泊地と河川水域に分離するための分流堤と、河口部の埋没を防止するための河口導流堤とに分けられる。河道分流堤については、上流からの河川流送土砂による埋没は減少したが、河口部の堆積が障害となっている例がある。河口導流堤については、その多くが比較的長さが短く、先端部の水深が浅いために、河川水の高度利用に伴う河口流量の減少とあいまって、必ずしも十分な効果を発揮しているとはいいくらい。

なお、沿岸漂砂の卓越する海岸で、十分の効果を発揮していると考えられる導流堤については、その下手側の海岸が侵食される傾向が強く、防砂堤と同様に、上手側の堆積土砂の下手側への供給が今後の問題として残されている。

次に、侵食対策工法として用いられているものには、堤防・護岸・突堤・離岸堤および養浜工がある。堤防・護岸は、現地盤を被覆して海水による侵食を防ぐ工法であり、人家や施設が海岸に近接している所では、侵食防止の直接工法として広く用いられているが、これら多くの場合は前面海浜または海底の洗掘を助長する結果を招いており、この対策としては根固工や消波工、あるいは突堤や離岸堤が追加併用されている例が多い。前面の海底勾配が比較的ゆるやかな場合にはよいが、海底勾配が急な場合には堤脚の洗掘が著しく、堤防・護岸の構造や、前面海底の洗掘防止対策に多くの問題が残されている。

突堤は、従来は侵食対策の代表的工法として広く用いられたが、最近ではT型突堤、あるいは離岸堤と組み合わせて用いられる例が多くなった。これは、従来の突堤がもっぱら沿岸漂砂の卓越している地域に設置されていたのに対し、最近では汀線に直角方向の漂砂が卓越する地域にも設置されるようになり、その貯砂能力を増進させる意図のもとに、横堤が併用されるようになったためである。

突堤は、その長さや高さについて種々の研究および検討が進められてきたが、設置後の現地観測例が比較的少なく、沈下あるいは散乱などによる貯砂能力の減退もあり、その合理的な設計法が確立するまでに至っていない。また、突堤の構造を透過構造とするか、あるいは不透過とするかについても、現在なお意見の分れるところであり、実施例についても、その地理的条件や海象条件に多くの差があるため、その優劣については、なお今後の研究にまつところが多い。

離岸堤は、従来、潜堤として波浪減衰を目的として設けられるものが多かったが、最近では汀線に直角方向の漂砂による侵食を防止するための工法として、各地で試行的に用られるようになった。

比較的遼浅の海岸や岩盤上に設置されたものの大部分は、トンボロが発達安定し、汀線は前進して十分の効果

を発揮していると思われるが、なかには島堤方式の開口部正面位置の汀線後退が問題になっている例もある。

一方、汀線付近の海底勾配が比較的急な海岸などで碎波帯付近に設置されたもののなかには、離岸堤の大幅な沈下やその沖側の洗掘を招き、かさ上げ補強や、前面洗掘対策に多額の経費を要する例もあり、沈下および前面洗掘機構の解明が大きな問題となっている。

離岸堤の構造についても、透過・不透過の問題、および連続堤とするか島堤方式とするかなどの点について意見が分れており、今後の研究にまつところが多い。

養浜工については、まだ実施例が少なく、今後研究を要する分野が大きいが、今後の海浜利用という立場から、その実施について、さらに積極的に推進してゆく必要があると考えられる。

以上を総括して、漂砂対策における今後の課題という意味でまとめるならば、次のようにいえるであろう。

まず、今後の課題のうちで最大のものは、海浜土砂の絶対量の減少にどう対処してゆくかという点である。すでに、各地の侵食海岸で、碎波帯およびその沖側の海底が次第に深くなり、その影響が汀線付近にも表われてきつつあるという事実が明らかにされている。

碎波帯以浅あるいは汀線付近のみに着目してきたきらいがある従来の漂砂対策は、さらに冲合の区域もふくめて、検討しなければならない時期が近づいていると思われる。このほか、漂砂対策の当面の課題としては

- ① 漂砂の下手側へのサンドバイパスの実施
- ② 根固・消波その他に用いられるコンクリートブロックの耐摩耗性の問題
- ③ かなり深い位置に設置される突堤・離岸堤などの経済的な工法と合理的な構造の研究
- ④ 漂砂現象の原因の大半を占める波のエネルギーの経済的かつ有効な制御方法の開発

などが問題になるとを考えられる。

以上の諸問題に関連した全国各地の海岸防護工事の施工例および、それによって生じたその後の結果などが多数のスライドによって説明されたのち、質疑討論に入った。

当日のシンポジウムの最後の話題であるこの第三番目のテーマに関しては、現状では次のような問題をかかえているといえよう。すなわち、漂砂に関する調査研究は、外国の例などを見てもそうであるように、現実に国土が海に削り取られてゆくのを、どうしていくかという必然的な要求によって行なわれる場合がほとんどであるために、研究のほうが常に現場の仕事より遅れ、すなわち、仕事が先行し調査研究が後からついてゆくという形になる場合が多い。また、実際に工事を進めながら、あるいはそのでき上ったのちに、現場からいろいろな問

題が見出されて、研究者の側ではその問題となるべく一般化しうるような形で取り上げようとする。このようにして、いままでに、非常に多くの研究が発表されているが、それらを全部継ぎ合わせても、間にたくさんの空白部分が残されている。この空白部分が現実の問題に対応する場合の大きな弱点となる。現場と基礎的な研究面担当者との間にみられる間隙は、すなわちこの空白であるといえよう。

この第三番目のテーマでは、豊島から全国各地の侵食対策の実例をスライドで示され、海岸を護るために日夜苦心している現場の姿が紹介された。ここで、当日のシンポジウムの前半のテーマであった、自然現象としての漂砂、すなわち基礎的な水理学的な手法を土台とする微視的な研究と、いまの数々の現場の問題とをいかに結びつけるかという方向に向けて、この後の討論を進めることした。その内容を以下に要約する。

第一の問題点は、話題提供の中においても指摘されたように、河川の整備、すなわち上流における砂防工事、ダムの建設などが進むにつれて、海岸侵食が激しくなっているという観点にたつ議論である。台湾でも上流に貯水池ができるとそのなかに多量の土砂が溜り、流出土砂を止めてしまい、海岸侵食を助長しているという意見が述べられた。わが国の場合にはダムが埋没したということはまだ聞かないが、河川それ自身としては落着いてきて満足すべき状態になっている。しかし、問題は骨材の需要が非常にふえたため、河川をどんどんさらえている状態なので、従来は洪水のたびに海へ流出していた土砂の大部分が骨材として利用され、海岸への供給量が減少しているものと考えられるという補足があった。

また、海岸構造物というものは、人間が住みやすくするために自然にさからって自然による変形を阻止するようにつくられてきている。しかし、これには寿命があるのであって、最終的な耐用年数というものの範囲で考えられる海岸の変形をあらかじめ予測しておいて、最終的な地形の変化を巧みにとらえた構造物のつくり方というものが重要になってくる。現在、富山海岸・新潟海岸などでは毎年多額の資金が投入されているにもかかわらず、年々侵食が進んでいる。そのような場合、対策についての価値判断というか、経済効果というような工学的立場以外の要素を考慮にいれるならば、その構造物をいつ放棄するかというような時期を判断することも、経済価値を判断するうえに大切ではないかというような見解も披露された。同じく、ここでいう侵食対策ということに対しても、人間が変えてしまった海岸線がこの後さらにどう変わっていくかということは、開発に伴う公害問題のように人為的な変化の一つであるから、それら全体をひっくるめた価値判断の体系が必要でないかという考え方

も示された。

しかし、これらの問題については、まだ現在の段階では明快な答を出せるような性質のものではないし、また、行政の掌にあたる立場からすれば、たとえばある種の構造物を新設すれば、それによる影響が他に及んでくるということが明らかな場合でも、人命保護の立場からどうしても手をつけざるを得ない場合もある。病気になった場合、副作用があるからといって主たる病状にとてもよく利く薬を飲まないわけにはゆかない。副作用が表われたときには、またその対処をするという考え方でやる以外はないであろうが、できる限り自然にさからわない方法でやりたいという意見で対応された。

また、最近は沿岸漂砂ではなく、沖側へ向っての砂の移動ということが重要視されるようになったが、これはおそらくは海岸堤防が建設され、そのため堤防前面の洗掘が激しくなって水深が大になると、そこへ大きな波が侵入しやすくなり、堤防などの構造物に直接ぶつかるようになり、その結果、沖方向への二次元的流れが強くなると考えられるが、この点についてはどうかという間に對し、次のような見解が示された。

すなわち、従来、沿岸方向漂砂が卓越しているとは思われない所に、急に汀線が 20 m も 30 m も一時に欠壊する場合が日本海側などで冬に発生することがあるが、あるとき、諸般の事情でその状態のまま春まで 4 か月ぐらい放置しておいたところ、完全に元の状態にもどってしまったという例があった。このように、縦方向の砂移動については、ある範囲で人間生活に脅威を与えない状況の場合には、なにもしないで放置しておいたほうがよいということもある。人命に影響するおそれのある所では止むを得ず手をつけなければならないが、必ずしも何か構造物をつくったから、きっと縦方向侵食を受けるとは限らないのではないかということ。

次に、離岸堤を設置した場合であるが、多くの場所において、内側のポケットにはトンボロができて砂がたまり、良好な結果を示している。ただ、離岸堤の開口部から侵入する波が、正面の汀線を後退させる場合があるので、このようなときには、根固工とか消波ブロックなどを用いる方法のほかに、開口部の内側にさらに副堤を設けるというような対策も必要となるだろう。

離岸堤は縦方向の砂移動を制御するのが目的だが、沖側の砂がポケット内に入ってしまって、沖側の砂が減少した場合、離岸堤の沈下などに影響するのではないかという議論に対しては、次の見解が示された。

離岸堤を設けたために内側に溜った砂というのは元来はそこにあった砂で、これが沿岸砂洲などで沖へ移動していたのが、離岸堤ができたために元の位置に帰ってきたと思われるふしもある。ともかく、沖側の砂が次第に

堤内に入ってくることは確かで、このために堤の沖側が洗掘されるような事態が生じた場合には、その前面に消波工を設けるとか、堤体を半透過性にするとかして、沖側への波の反射を少なくするようにしたほうがよい。また、離岸堤のみでなく突堤などの場合でもブロックの沈下が問題である。この点に関しては、次のように二通りの意見が述べられた。すなわち、ブロックの振動とか、足まわりの局所洗掘による沈下が主と考える場合と、それよりも、むしろ、ブロックの置かれている海底全体の広範囲な低下によるとする考え方であった。つまり、離岸堤がなかったときに海底断面の変化をみると、堤の設置位置の前後 100 m ぐらいにもわたって、海底全体が 1 ~2 m も上下していた時代があった、そういう所へ幅が 10~15 m の離岸堤を設けると、離岸堤が沈下するというよりも、むしろ海底全体の変化がまだ続いているという感じのする場所もあることは事実であるという応答があった。このほかにも、北海道の留萌海岸における護岸

倒壊の実例や、防波堤の基礎マウンドの洗掘の例をあげて、長期間にわたる洗掘や堆積のほかに、数時間あるいは 1 日程度の激しいしけの場合に、さきほどからしばしば話題になっているような縦方向の砂移動による災害もゆるがせにできないという点について補足された。

以上、3 時間にわたり、種々の角度から取り上げられた問題について、全国から参加された多数の出席者によって熱心な討論が続けられ、非常に有益な意見交換が行なわれた。ただ、冒頭にも述べたように、この問題の性質からして、いますぐ持ち帰って使用できるような問題解決の鍵が得られたというのではなくて、問題の複雑さ、現場との対応などの面について、いろいろ示唆される点が多くかったということであろう。要は、さらに研究者の数が増加し、関連づけられずに残っている空白部を根気よく、丹念に埋めてゆくとともに、研究領域の外郭を広げてゆくことが必要であろうと考えられた次第である。

土木学会海岸
工学委員会編

第 18 回海岸工学講演会論文集

B 5 · 444 p 活版 8 ポ二段組 定価 4 200 円・会員特価 3 600 円 (税 170)



KATAHIRA & ENGINEERS INC.
株式会社 片平エンジニアリング

新らしい小さい会社です。

本当の意味の技術を生かしたい方

コンサルタントとして海外に雄飛したい方

の参加を期待します。

道路・土質の総合コンサルタント

取締役社長 片平信貴
取締役副社長 土肥正彦
技術顧問 久野悟郎

東京都港区西新橋 3 丁目 6 番 3 号芝ビル
電話 東京(03)434-8761~3 番

1卷
2卷
3卷
4卷
5卷
6卷

'72
**土木工事
施工例集**
全6巻

* 詳細内容見本呈

道路建設講座

全12巻

■土木施工編集委員会／編 各A5判

道路・鉄道編	50項目 356頁	1200円
橋りょう編	71項目 542頁	1800円
基礎工編	84項目 610頁	1800円
トンネル・地下鉄道編	65項目 534頁	1600円
河川・ダム・砂防・下水道編	30項目 296頁	1200円
港湾・海岸編	31項目 292頁	1200円

●最新道路技術の理論と実際を現場マン向きに解説

監修／高橋国一郎(建設省) 神谷 洋(建設省) 池上雅夫(日本道路公団)

1巻 一般道路の計画と設計	渡辺修自・田口二朗著 宮田浩邁	1400円
2巻 高速道路の計画と設計	武部健一・土屋雷蔵著 七宮 大	1500円
3巻 道路土工(I)一般土工	川崎迪一・伊勢田哲也著 土肥正彦	1300円
4巻 道路土工(II)軟弱地盤処理	山村和也・上田嘉男著 三谷 浩・近藤 正	
5巻 道路舗装の設計	松野三朗・三浦裕二著 飯島 尚・養生田栄	
6巻 道路舗装の施工	近藤茂夫・杉田美昭著 千葉博敏・佐鳥悦久	1400円
7巻 道路舗装の維持修繕	藤原 武著	1200円
8巻 道路構造物の設計と施工	玉野治光・沢井広之著 斎木三郎・藤井治芳	
9巻 道路トンネル	村上良丸・長友成樹著	1800円
10巻 道路の交通安全付属施設	多田宏行・有山勇次郎著 松下勝二	
11巻 工事管理の実務	小倉二郎著	1500円
12巻 道路舗装に関する試験	南雲貞夫・山下弘美著 瀬戸 薫・佐鳥悦久	

●広範囲にわたる土木用語を系統的に解説

解説 土木用語集

監修青木楠男

B6判 450頁

1300円

測量／材料／土質／施工機械
／施工／道路／橋りょう／鉄
道／トンネル／河川／河川開発
・砂防／港湾／ダム・発電／
農業土木／下水道／都市計画



発行 山海堂

東京都新宿区細工町15番162号
振替口座・東京194982
☎03(269) 4151——代表

●各種構造物の正しい
耐震設計の基礎資料です

耐震工学

東京大学名誉教授・埼玉大学教授・工博 岡本舜三著
B5判四七八頁・定価五、五〇〇円(税込)

わが国は地震多発地帯にあって、ここに造られる構造物は、起これうる地震に対して安全でなければなりません。耐震工学はこの目的をみたす技術的研究を目指していますが、比較的新しい学問なので体系的に記述された図書は非常に少ないのです。本書は、土木構造物の設計技術者のために基本的知識を体系的に組立て、正しい耐震設計をするために必要な、国内外の多くの大地震の記録や震害の実状等を詳しく示しながら、各種構造物の耐震設計について述べています。

目次
I 地震／地震の強さ／本邦の地震事情
II 大地震と被害状況／地盤の影響／計画地震動／耐震設計法概説／耐震規定／土構造物の震災／道路・鉄道および河川／港湾施設の耐震／橋梁の耐震／重力ダム／アーチダム／フイルダム／水道の耐震／地中構造物の耐震／建築の耐震

●耐震構造設計者のための

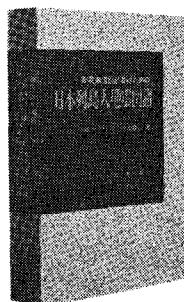
日本列島大地震図譜

東京大学名誉教授・埼玉大学教授
工博 岡本舜三著

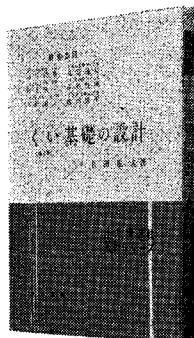
日本国内の236箇所の地点について、1600年から現在までおおよそ370年間に、どの程度の強さの地震があったかを詳細にバーグラフで示されている。資料は特別な処理を加えてないほうが、技術者自身の判断を加えることができてかえって有用である関係上、本書ではなまの資料をそのまま示してある。

〔主目次〕 大地震年表（わが国のマグニチュード $M > 6.8$ および $6.8 \geq M \geq 6.0$ の地震を、過去約370年にわたってその発生年度、震央位置について表示している）／震央図（「大地震年表」に表示されている震央位置、マグニチュードを日本地図上に図示している）／各地地震図譜（マグニチュード $M > 6.8$ の大規模地震の強さを、過去約370年にわたって、詳細にバーグラフで図示している）／解説

(B4判 250頁・定価5,000円・税込)



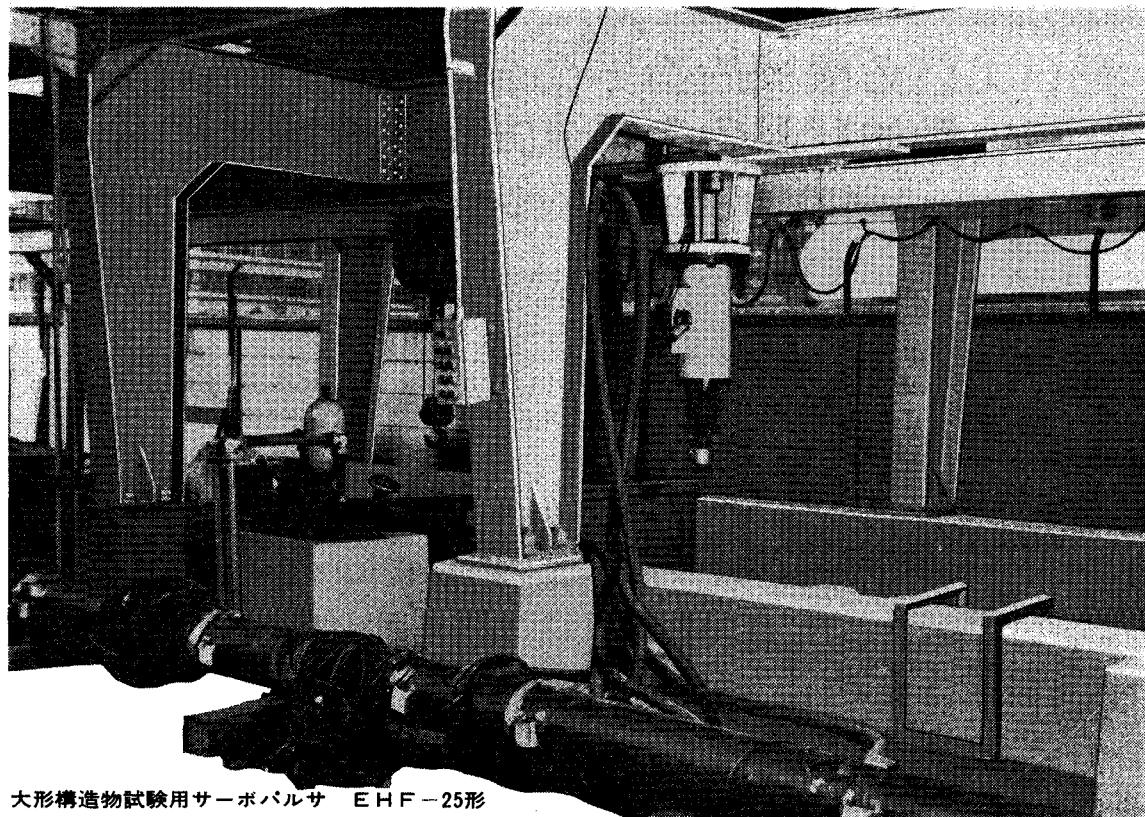
土木構造物設計シリーズ



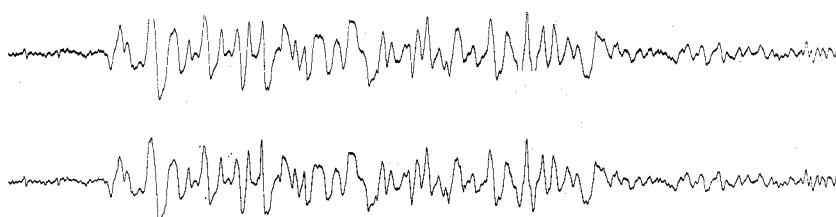
くい基礎の設計(第2版)	¥1100	道路舗装の設計	¥ 900
橋台・橋脚の設計(1)	¥1000	水門・樋門・閘門の設計	¥1300
橋台・橋脚の設計(2)	¥1000	土木構造物設計データ(1)	¥2000
プレートガーダーの設計	品切	土木構造物設計データ(2)	¥1800
擁壁の設計(第2版)	¥1100	型枠支保工の設計	¥ 900
合成桁の設計 鋼+コンクリート	¥1800	軟弱地盤改良設計(1)	¥ 900
P C 橋の設計	¥1200	軟弱地盤改良設計(2)	¥1000
箱形ラーメンの設計	¥1700	トラス橋の設計	¥2000
ラーメン(地上)の設計	¥1700	T桁橋の設計	¥1000
スラブ橋の設計	品切	井筒・ケーンの設計	品切

オーム社

東京都千代田区神田錦町3の1
振替東京20018=電話(291)0912



大形構造物試験用サーボバルサ EHF-25形



測定例 タフト地震波形のシミュレート試験

実働波形を正確にシミュレートする

島津サーボバルサは、最新の電気油圧式サーボ機構、すなわち閉回路制御系を巧みに応用した振動・疲労試験機。大出力で広い周波数範囲をもち、正弦・三角・方形波のほか、最近とくに重要視されてきた実働波による試験も容易にできます。優れた安定性と、高い制御精度を備えており、土木、建築、航空機、自動車、車輛、船舶、原子力、電気、機械、金属、非金属工業など、あらゆる分野における新しい研究と品質管理に最適です。島津サーボバルサには、疲労試験機 EHF 形と振動試験機 EH V 形の 2 種類があり、それぞれの試験目的に最適の各種形式を用意しています。

電気油圧式振動疲労試験機

島津サーボバルサ



島津製作所

精機事業部

604 京都市中京区西ノ京桑原町 1 (075) 811-1111

●カタログご請求・お問合せはもよりの営業所へ

東京 292-5511／大阪 373-6607／福岡 27-0331／名古屋 563-8111／広島 48-4311／京都 211-6161／札幌 231-8811／仙台 21-6231／神戸 331-9661／大分 36-4226

動いている機械的物体に起こる物理的現象を 動的状態のまま遠方から測定！

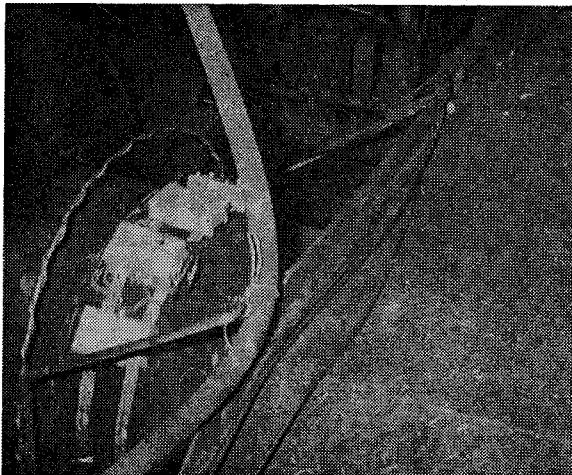
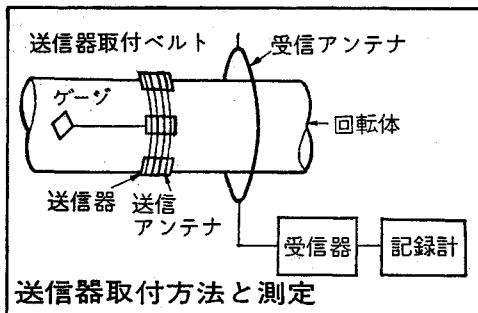
特徴

- ワイヤレスにより、回転、移動中の現象が簡単にはかれます。
- 電波使用等の許可がいらず、どこでも使えます。
- FM電波は、安定度がよく、雑音、混信がほとんどありません。また、アンテナなどが動いても、測定の変動が非常に少なくなっています。
- 出力は、受信器のメーターにもできます。しかも、電磁オッショロ、ペン書オッショロ等の記録計にそのまま接続できます。
- 火花、磁力線等の外來ノイズにも、影響が殆どありません。
- 振動、衝撃、遠心力に対してもノイズ変動が非常に少なくなっています。

プリモ FM 遠隔測定装置

動いている機械的物体に起こるひずみ、
風圧、温度、振動、圧力、加速度などを、
電気的に変換してFM電波によって離れたまま測定する装置です。

Primo



プリモでは、このほか、動く物体の測定器を各種製作しております。

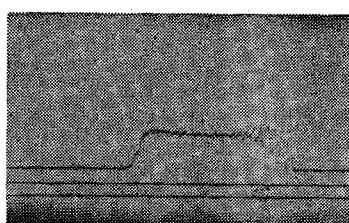
営業品目

FM容量偏位振動計 ● 回転等による振動を振動体にさわらずに測定する

熱遠隔測定器 ● PbSセルに 物体の輻射エネルギーを感じさせて温度を測定する

熱源発見器 ● 加熱部分を発見する

PbS半導体セル ● 赤外線に感応する



株式会社

プリモ

本社・工場 東京都三鷹市牛込6-25-1 Tel. (0422)-43-3121(代)

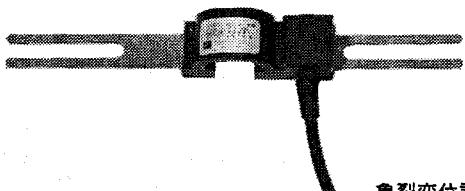
東京営業所 東京都千代田区神田佐久間町1-14 Tel. (251) 0431~3

大阪出張所 大阪市都島区高倉町1-7-16 Tel. (921) 6031(代)~6032

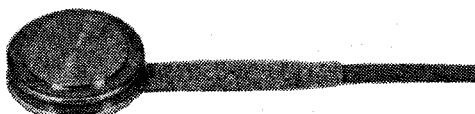
共和式
高性能、高信頼 土木用変換器



ひずみ計



亀裂変位計



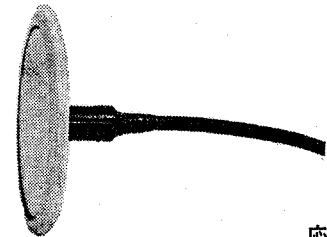
土圧計



間隙水圧計



緒目計



応力計

●共和は土木計測界に信頼性の高い計器として賞用されているカールソン型計器を20年近く製造してきました。

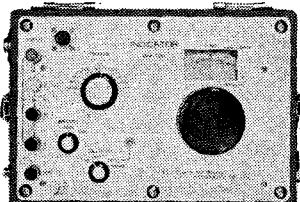
●また日本で初めてひずみゲージを商品化し以来これを応用した荷重、圧力、トルク、振動などの変換器も製造してきました。これらの変換器には、特に変換器用に作ったゲージを採用しており、その性能は国際標準にあります。

●共和式土木用変換器は、この高性能なゲージを採用しており、その上、土木用計測器づくりの経験と信頼性技術を取り入れてるので精度、安定度、耐久性がすぐれており、すでに多くの方々から高い評価と御採用をいただいております。

●共和式土木用変換器は、検出器から測定器、記録器、データ処理装置まで一貫している総合メーカーの設計、生産、品質管理の技術のすべてが生かされています。

特長

- 温度に対して安定であり、補正の要がない。
- ケーブル抵抗の補正是5kmまで全く不要。
- 直線性、ヒステリシス、繰返性がよい。
- 耐環境性にすぐれ、信頼性が高い。
- 小型の構造物にも使える。
- 動的、遠隔、多点測定ができる。



専用指示器

●カタログお送りいたします。
誌名記入のうえ広報係まで

土木計測器の専門メーカー

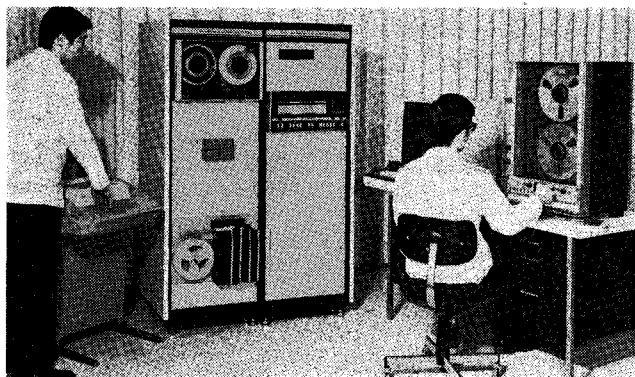
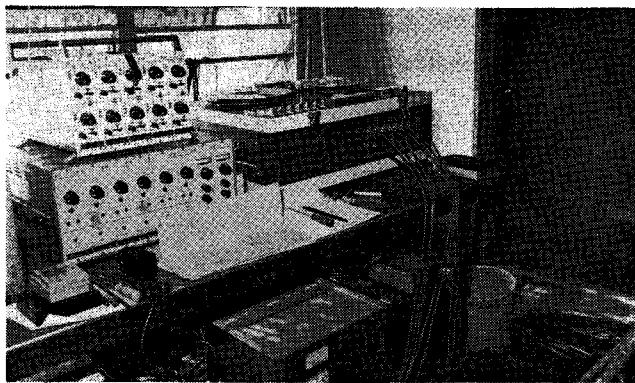
共和電業

本社・工場 東京都調布市下布田1219
電 話 東京調布0424-83-5101

営業所／東京・大阪・名古屋・福岡・広島・札幌 出張所／水戸

データレコーダ、データ集録装置による
最新のデータ集録・処理システム

TEAC®



科学技術の発達は実験計測の多様化をもたらすとともに、1回の実験にできるだけ多くの測定データを得ることにもなり、コンピュータによるマルチチャネルのデータ処理が必要になります。

ティアックは実験計測におけるデータ処理の自動化、省力化を可能にするため、データの収集から処理までを一貫したシステムでとらえ、データレコーダ、データ集録装置のワイドバリエイション化を完成しました。

ティアックのデータレコーダには、チャネル数4~14チャネル、周波数特性DC~200kHzまで、ニューモデルを加えて30機種、データ集録装置にはOFF-LINEの**DP-300**、**DP-4000**、ON-LINEの**DP-1000**をはじめ、ミニコンピュータを中心処理装置とした**DP-5000**などが用意されておりますので、ご希望のシステムをアレンジすることができます。

● 詳しい資料は営業本部情報機器2課、または各地方営業所にご請求下さい。

TEAC®

ティアック株式会社

営業本部

160・東京都新宿区西新宿1-8-1
新宿ビル・電話(03)343-5151代

大阪営業所TEL(06)649-0191/名古屋営業所TEL(052)261-9251/広島営業所TEL(0822)43-3581/福岡営業所TEL(092)43-5781/仙台営業所TEL(0222)27-1501/札幌営業所TEL(011)521-4560

土木計画学講習会テキスト①

B5・122 800円(円)

システム化、調査方法と資料整理、道路計画の基礎資料、将来予測の一般論、港湾整備計画、都市用水需要の将来予測など、各方面のエキスパートによる 43 年 8 月開催の第 1 回講習会のテキスト。6 編を収録。

土木計画学講習会テキスト②

B5・152 1200円(円)

調査計画法、情報の抽出と予測、土木計画のための線形計画法、バイパス計画の実際例、水資源計画の手法など、44 年 8 月開催の第 2 回講習会のテキスト。

土木計画学講習会テキスト③

B5・132 1200円(円)

都市計画の数学的手法、観光計画の手法、建設工事のための割当て問題、待ち行列の理論とシミュレーション、工程管理のためのネットワーク手法、PPBS と公共施設計画の 6 編を収録。45 年 7 月講習会のテキスト。

土木計画学講習会テキスト④

B5・136 1200円(円)

上下水道、宅地造成、鉄道計画、港湾計画の 4 つを選び、それぞれの最適化手法について各方面的エキスパートが詳述した。46 年 8 月開催の講習会テキスト。

①土木計画学シンポジウム

B5・134 700円(円)

委員会の第 1 回行事として開催したシンポジウムの講演集。総論、土木計画手法に関するまとめ、水資源計画、交通計画、都市計画、地域計画、などに関連して、総合開発と社会開発に関する、など 23 編を収録。

②土木計画学シンポジウム

B5・120 700円(円)

第 1 回シンポジウムにおける土木計画のあり方と基礎理念に関するまとめ、水資源計画、交通計画、都市計画、地域計画、などに関連した 11 編の講演内容を紹介。

③土木計画学シンポジウム

B5・132 700円(円)

第 2 回シンポジウムにおける総括討論のまとめ、土木計画の考え方—第 1 回、第 2 回シンポジウムの整理と検討、道路・交通工学の事例、景観、道路計画、鉄道貨物設備計画、全国幹線交通モデル、安全率など 11 編。

④土木計画学シンポジウム

B5・88 700円(円)

第 3 回シンポジウムにおける総括討論のまとめ、第 4 回シンポジウムの役割、位置付け、システムアプローチ、水計画と交通計画における現象システムの共通性、サブシステムの構成と手法、などに当日の討議を収録。

⑤土木計画学シンポジウム

B5・110 900円(円)

土木計画の評価システムに関し展開したシンポジウムのすべてを収録。上水道（川崎市の場合）、苫小牧港、道路計画、水資源計画（相模川）、新市街地開発（千里ニュータウン）などを事例とした。

⑥土木計画学シンポジウム

昭和 47 年 6 月発行予定

土木計画の評価システム・その 2
第 5 回土木計画学シンポジウムのまとめ、計画プロセスのパネルディスカッション、評価のための分析モデルについての討論、等を収載の予定。

— ● 申込先・〒160 東京都新宿区四谷 1 丁目・土木学会刊行物係・TEL 351-4131 —