

港湾・海岸

川上善久*
北島昭一**

1. まえがき

港湾、海岸施設は数多くのそれぞれ異なった形式の構造物の組み合わせの総称であり、たとえば、港湾施設には防波堤、けい船施設、航路、上屋、ブイなどが総括されており、けい船施設も重力式、矢板式、さん橋などいろいろな構造物にわけられる。また、これら施設に影響を与える環境も、風、波、潮流、地震、海底土質など多岐にわたっている。このため、港湾、海岸工事全般に関係する測定すべてについて適切な解説をすることができず、概括的な説明に流れ、詳細な点は参考文献に頼らざるを得ない点をご諒承願いたい。

なお、本文中で述べる事項は、波、流れ、漂砂に関係のある外かく施設、海外保全施設に関する測定、けい船岸一般に関する測定、軟弱地盤上の港湾工事に関する測定のみに関わり、その他のものについては触れない。

2. 港湾外かく施設、海岸保全施設に関する測定

港湾外かく施設（防波堤、防砂堤、導流堤など）や海岸保全施設（堤防、護岸、突堤、離岸堤など）は、波浪、津波、高潮、漂砂などから港湾や国土を防護するものである。前者は港内の静穏を確保して、荷役などの港湾業務の安全、迅速な遂行を保証し、また船舶および港湾施設を海岸災害から防護するものである。後者は海岸保全施設の背後にある生命、財産や生産などの諸活動を海岸災害から防護するものである。

港湾外かく施設や海岸保全施設は、これを港湾または国土の外周に設置することにより、波浪、津波、高潮などが港内または国土に侵入することを阻止し、また漂砂、河川土砂による港湾の埋没や海岸侵食を防止しようとするものであるが、このためには、施設そのものが波浪、津波、地震動などの外力に対して安全であり、また

地盤上に安全に支持されていなければならない。

このためわれわれは

(1) 防護すべき対象物として、また港湾外かく施設、海岸外かく施設の設計外力（または外的条件）として、波浪、津波、高潮、漂砂などを現地で測定しなければならない。

(2) またこれら施設の配置計画の決定や、構造設計のために各種の水理模型実験や現地実験、調査が行われ、そのための計測が要求される。

(3) そして最後に、構造物のアフター ケアーのため、施工後における絶えざる看取と、測定が必要であり、技術向上への志向をも兼ねて、構造物の機能や、損壊、老朽の原因、さては復旧工法検討のために測定が行なわれる。

ここではこれらをつぎの2つにわけて記述する。

(1) 現地における自然条件の測定

a) 波浪

波浪の観測計器、資料解析などについては、基礎編¹⁾に記述されている。波浪観測の目的は、沿岸における波浪の実態を把握し、構造物設計条件としての大きさや、性質を知ることである。

このため、波浪の観測点はいかなるときでも碎波帯の沖測に存在しなければならない。一般に干潮時の水深が、予想される最大波高(H_{max})の1.5倍以上であることを要する。普通には波浪の大きさは有義波の諸元（波高、周期など）を用いて表現すればよいが、これを観測記録から得るためには、普通20分間程度（波数が100以上）の連続自己記録が必要である。

波高計は、水圧式しゅう動抵抗型²⁾のケーブルを用いて陸上で自己記録させる方式のものが最も実用的である。しかし内湾などで水深、波高ともに小さいところでは、階段抵抗式^{2),3)}、容量型などの表面波高計がより好適である（容量型については(2) b)参照）。

波向の観測方法については、基礎編¹⁾を参照されたい。一般に、港湾や海岸構造物設計の外的条件として、選定される波浪は、風浪または強大な台風などからのうねりであるから、沿岸や海上の風の記録や、天気図からその方向を推定する^{2),4)}ことも多い。

水圧式波高計の設置²⁾に当っては、検出部が激浪時に転倒、流失しないように、また埋没しないようにしなければならない。このためには数トン（砂地盤上）～20t（岩盤上）のコンクリートブロック上に締結しなければならないこともある。またケーブルが切断しないように鎧装式のものを用い、浅海部では土中に埋没するとよい。表面波高計はいかなる激浪にも倒されないようなやぐらにより支持されなければならない。

* 正会員 運輸省港湾技術研究所水工部波浪研究室長

** 正会員 運輸省港湾技術研究所設計基準部設計基準課長

波浪記録は、後日のため一定形式の台帳⁹⁾に整理されなければならない(文献5)は運輸省の港湾関係部局間の統一様式である)。

整理すべき項目は $H_{1/3}$, $T_{1/3}$, $H_{1/10}$, $T_{1/10}$, H_{max} , T_{max} , 観測時間長, 波向などである。

観測台帳には観測関係施設配置図, 波高計検定記録, 波高計設置条件(水深, 器高), 修理記録などを添付しておく必要がある。

波浪記録の整理方式は, あらかじめ定められた統一的方法にしたがい, 個人的な主観や誤差をできるだけ排除しなければならない。

b) 津 波

津波についても波浪と同様な観測が必要である。しかしこのためには基礎編など^{11), 11)}に述べられている長周期波用の水圧式波高計を, 海岸から遠く離れた海洋の深部に設置する必要がある。また湾内, 港内などにおける長周期の振動を調査するためには, それらの内部および入口などに設置する必要がある。湾岸などにおいて, 特にその地点における水位の変動のみを知ればよい場合には, 検潮儀でも十分にその目的を達するであろう。

c) 高 潮

海岸での高潮は潮汐とともに検潮儀を用いて測ればよい^{6), 7), 8)}。

d) 漂 砂

海岸踏査を行なうことにより, 供給源, 卓越方向など漂砂の概要がわかる。また, この踏査は諸種の調査の範囲, 方法, 諸観測機器の配置を決めるうえに必要である。

漂砂調査を行なうときは, 波浪, 流況, 潮位, 風の観測, 海岸および海底の地形深淺測量, 海底土砂の性質(粒度, 比重, 鉱物学的性質)や海底土砂の移動状況の調査が必要である。漂砂の調査方法は, たとえば文献5)を見るとよい。広範囲の深淺測量は音響測深儀で行なえばよい。ごく浅いところは, 動力船が進んでくずれ, また静穏時でも常に砕けているから, ① 海岸線に直交してロープを張り, 小舟でこれを伝ってレットで測る。② 水中ポール(そり型の安定板つき)をロープで曳いて, 海岸線に直交させて移動させ, 陸上からレベルで測るとよい。

漂砂の移動状況の調査には, 定置した容器(補砂器)による捕獲法と, 蛍光砂, アイソトープトレーサーなどによる追跡子法^{9), 10)}の二種がある。R.I.トレーサーは非常に有効であるが, 有資格者でなければ取り扱えない。

e) 流 れ

潮流観測, 沿岸流の観測などがある。観測器材¹¹⁾は各種流速計, 標流かん, 色素などである。潮流観測⁸⁾は一

般に潮汐による流れの変化および海流の影響を求めるとに行なう。沿岸流の観測は漂砂に関連して行なわれることが多い。

潮流は太陰, 太陽の引力によって誘起される周期運動であるから, 潮流観測はほぼ一太陰時(約25時間)以上の継続観測が必要である。船をてい(碇)置き, 1時間ごとに各層について測定する必要がある。てい置観測は一般に大潮時, 小潮時の2回行なえばよい。潮流観測は風, 波の少ない日を選んで行なう必要があり, それと同時に風向, 風速, 気温, 水温, 水深を測定し, また付近の検潮記録を収集しなければならない。

また河口付近などで行なうときは, 塩分濃度, 含泥量などを並行して測定する必要がある。

漂砂調査などのために沿岸流を観測するとき⁹⁾は, 自流速計を強固なフレームに固定して, 海底に設置し, 長期間にわたり継続観測する必要がある。この場合, 波高, 周期, 波向, 風向, 風速などを同時観測しなければならない。

f) 波圧, 構造物の変位, 変動

現地で波圧力を測ることは種々の困難がともなうから, 一般には模型実験によって現地の波圧力やそれともなう構造物の挙動を調べている。しかし, 模型における原型の再現能力には限界があるから, 現地での実測¹²⁾も必要である。現地での波圧観測には, 広井式の波圧計, 抵抗線ひずみ型式波圧計, 録数式の波圧計が用いられている^{9), 11)}。それらの波圧計の検出部などは構造物を新設するとき, あらかじめ表面に剛結してはめ込む必要がある。録数式波圧計は前二者のように波圧の時間的経過を求めるものではなく, 主として波圧力の発生頻度を観測するものである。波圧測定に当っては, 測定位置の沖合で波高, 周期, 波向などをできるだけ正確に測定しなければならない。

g) 波のうちあげ, 越波量¹³⁾

これについても, 一般に模型実験で測定する。

現地で波の打ち上げを測るときは, 階段抵抗型水位計(波高計と同原理), 目測ポールなどを用い, 同時に写真撮影などもするとよい。越波量は構造物背後に設けたプール型または水路型の測定施設を用いて測定する。プール型では, まずプールに越波を受け, その水位変動を波高計型の水位計で測るとともに, これを接続する水路に流してその末端の流量で再計測する。水路型では堤防法線に直角に設けた長い水路に越波を受け, これをその末端に設けたプールに流し込んである程度流量調整をしたのち, 電磁流量計などで計測する。

h) そ の 他

突堤, 離岸堤, 防砂堤, 河口導流堤などの機能効果を知らるためには, 周辺海底の深淺測量, 流れの観測などを

行なって、漂砂、沿岸流が初期のとおりに変化しているかどうか調べるとよい。大しけ時の海底状況の変動を知るためには、R.I.型洗掘計¹⁴⁾を用いるとよい。構造物損壊の実態を知るためには、激浪時に波浪、波圧、構造物の挙動や海底洗掘について総合的、自動的、連続的な観測を行なわなければならない。

風、水の流れ、密度、地盤支持力、地震動などの測定法については省略する。

(2) 模型実験における水理計測

a) 水理模型実験施設¹¹⁾

港湾、海岸工事に関連した水理模型実験は、つぎの①～⑦などに関する問題点を解明するために行なわれる。

① 波の発生、発達、変形、② 防波堤などの配置計画（波浪しゃへい、潮流、漂砂、津波、副振動などの対策）、③ 防波堤などに作用する波力と構造物の安定性、④ 防波堤、海岸堤防などの防波効果、⑤ 突堤、防砂堤など海岸侵食、港湾埋没防止施設の配置、⑥ 護岸などの脚部洗掘防止、⑦ 河口水理（密度流、河港航路維持）

このように水理模型実験の種類は非常に多様であるが、これらに共通していえることは、① 原型と模型との間の相似性を確立し、相互の測定値を換算しえなければならない。② 港湾海岸の水理模型実験では、風、波浪、津波、潮汐（高潮も含む）、潮流、河口流などを発生し、それらの大きさ（風向、風速、波高、波周期、波向、波圧、水位、流向、流速、密度など）を測らなければならないことである。波、潮流、長周期波に関する水理実験では、一般に原型と模型の間に相似律が成立するが、風、漂砂、河口水理などの水理実験ではケースバイケースで、現地との間の相似性を確認しなければならない。

波は造波装置で発生させる。風と波を同時に発生させるためには、風洞付の造波水路を用いる。水路用の造波装置としては、フラップ型、ピストン型、ペンデュラム型などが一般的である。平面水槽では1個の造波装置を幾回も移動させて、多方向からの波を発生させる必要があるが、このためにはプランジャー型が便利である。津波造波装置としては、造波機構の運動を制御しうるようなものが研究されている¹⁵⁾。潮流、河口流の実験には回流装置付きの水槽を必要とする。潮汐を発生させるためには、試験水槽端の水位調整せきを周期的に上下させるとよい。

b) 波 浪

波高、周期は波高計で測る。波向は水槽の真上から写真撮影すればよい。

模型実験用の波高計¹³⁾には、ネオン管式波高計、抵抗

線式波高計、容量型波高計などがある。

ネオン管式波高計は、水面変動に応じてネオンランプが点滅するものであり、普通はそれを直読する。この方式のものは簡便、正確であって、大量の測定に適するので、平面水槽での実験に使用される。

抵抗線式波高計は、鉛直、平行な2本の不錆性金属導線間の水の電気抵抗が水中に浸っている導線の長さにはほぼ逆比例して変化することを利用したものである。この方法では、水温および溶解物の種類、濃度によって電気抵抗が変化するから、実験の前後において必ずキャリブレーションしなければならない欠点がある。また近接した波高計が相互に干渉し合う欠点もある。後者の欠点を防ぐためには、特別の工夫が必要である。しかしこの波高計は比較的安価であり、波高の時間的ずれやひずみがなく、最も標準的なものである。

容量型波高計は現地用の波高計としても使用され、水中に挿入した電極の静電容量が、水面変動に比例して変化することを利用したものであって、静電容量の変化を電圧変化に変換して検出するものである。容量型波高計は単にすぐれた直線性応答性を有するだけでなく、時間の経過や水質、水温の変化に対して高い安定度を有し、最も正確な測定が期待できる。

水路で規則的な連続波の波高を測定するときは、普通にはなるべく反射率を小さくした上で、Healyの方法¹⁶⁾により測定すればよいであろう。

c) 波 圧

波圧は波圧計¹⁷⁾で測定する。模型実験用のストレインゲージ型の波圧計では、その受圧面に働く力をホイットストーンブリッジを形成する4枚の非接着型ゲージに負担させ、その伸縮変化を電気的な変化に変換して（波圧力を）測定する。防波堤、護岸などの波力を測定しようとする位置に、波圧計をはめこみ模型構造物に剛結して測定する。

d) そ の 他

風、越波、水の流れ、洗掘、密度などの測定法については省略する。

3. けい般施設に関する測定

けい般施設の計画、設計、施工、維持管理に関していろいろな調査が行なわれている。計画段階での調査は施設の規模を決定するための調査と位置を選定するための調査に分れるが、前者は貨物の量と質の流動状況調査であり、いわゆる測定という概念とは多少異質なものであるから、ここでは割愛する。後者は各候補地の土質調査、深淺測量、風向力調査、波に関する調査など、自然条件調査と、背後地などとの輸送経路に関する調査であ

り、これらのうち自然条件調査はあとで述べる設計条件決定のための測定と同質なものであり、むしろ、測定としてはあらい測定となる。

設計段階での測定は、施設に働く外力を推定するために行なう設計条件決定のための測定と、設計計算法の妥当性を検討するための測定に大別できる。設計条件は深淺測量、土、波、風の調査のほか、地震力、上載荷重なども検討したうえで決められるのだが、あとの2項については設計前に測定するのは不可能であり、既設の構造物の測定例を参考にする程度などで、ここでは割愛する。しかし、数年来、日本の各港において港湾構造物の強震測定が行なわれているので、測定計器、結果その他について興味ある方は参照されたい^{17),18),19)}。風、波に関する測定は本稿の外かく施設と基礎編¹⁾を参照すればよいので、ここでは土質に関する測定と深淺測量についてのみ触れる。

新しい形式の構造物を設計し、建設したとき、構造物が十分安全であるか、丈夫すぎるかを確かめる必要がある。この場合、部材の応力、土圧、水圧などの荷重を測定し、設計段階で算出された設計値と比較し、今後の設計のための参考に供さなければならない。

つまり、施工管理に必要な測定は、けい船岸の構造形式によって工事内容が変わるので、施工段階での測定は構造によって異なる。けい船岸は重力式岸壁、矢板岸壁、さん橋、デタッチドピア、ドルフィンなどさまざまな形式があるが、工事に分解するとコンクリート打ち、海底面の掘削、置砂、捨石、プレキャスト部材のすえつけ、背後の埋立て、矢板、杭の打込み、そのほか付属工事などが主要な作業内容であり、通常の工事はこれら作業の組み合わせである。これらのうち、海底面の掘削、置砂、埋立などは作業も単純であり、構造物の機能上から施工精度、いいかえれば完成断面の製作誤差を要求されることもないので、施工管理はほとんど必要でなく、測定もまた通常の場合は不要である。ここでは、コンクリート工事、特にプレキャストコンクリート工事、捨石均し、ケーソンの沈設、杭、矢板の打込みに関連する測定のみ触れる。このほか、地盤が軟弱な場合は、このほかにサンドドレインなど地盤改良工事が行なわれ、特殊な施工管理が必要となるが、特別なので次章にゆずる。

けい船施設はコンクリート、土砂など化学的に安定した材料を用いているし、また、構造物としては多少の変形があっても機能上に重大な影響をもたらす場合が少ないので、維持管理に関する測定はあまり多くなく、基礎地盤の圧密、または地盤沈下によるけい船岸自体の沈下の推定、けい船岸の変形による荷役機械用レールの相対移動量の計測、鋼矢板、鋼杭の腐食量の測定または予測、防食を行なっているならば、防食条件を満足してい

ることの確認などである。第一番目のものは次章で触れるし、二番目のものは地上の測量であり、測定については全く問題がない。鋼矢板、鋼杭など海底地盤に打込まれ、海水に接触している鋼材の腐食、防食に関する研究（この種の鋼材の腐食量の測定法、推定のための測定法などを含む）が港湾技術研究所で行なわれており²⁰⁾、また、電気防食に関する測定の文献も数多く^{21),22)}ある。

(1) 土質に関する測定

土質試験法はほとんど JIS 化されているし²³⁾、サンディング、サンプリングについても各種の資料^{24),25)}がそろっており、測定法自体の説明を改めてする必要もないので、ここでは港湾工事ではどのような調査、試験が重点的に実施されているかについて紹介する。

a) 岩盤または砂礫層の位置の確認：十分な支持力をもっている層の存在を確かめると同時に、この層の上にある土層の分類と厚さを調査して、建設地点の土質の概況を把握する。

b) 砂質地盤、または硬質粘土地盤の土質調査は標準貫入試験

c) 粘性土地盤の土質調査はサンプリング：原則として不攪乱試料は 1m ごとに連続採取する

d) 粘性土の土質試験は単位体積重量測定（全数）、含水比測定（全数）、粒度分析、単純圧縮試験（全数）、圧密試験が重点的に行なわれる。物理試験は土性の判定に用いられるが^{26),27)}、単位体積重量は粘性土地盤の強度増加率の算定に必要である²⁸⁾。われわれは粘着力を単純圧縮強度 q_u の 1/2 とみなし、普通の場合、構造物の沈下は粘土層の圧密沈下によるとみなし、砂層の圧縮を無視する。

(2) 深淺測量

現在、深淺は測量船に設置した音響測深器²⁹⁾によって行なわれ、各測点の位置は六分儀により測定したり、陸上に固定した2台のトランシットで確認したり、海底に立てた竹竿を目標として判断する。測深の精度は通常1%程度であり、また測定位置の誤差はいずれの方法によっても4~5m程度である³⁰⁾。

(3) 構造物の応力測定および土圧測定

港湾構造物の応力測定も鋼材、コンクリート部材の応力測定であり、土圧測定であるので、他の構造物の測定と大体同様である。主な相違点はつぎの三点である。

a) 測点は海面下にあることが多い。このため計器は水密であることが必要である。土圧計は測定すべき土圧のほかに静水圧も、当然同時にあわせて計測するので、土圧だけを求めるには別途残留水圧を測定する必要

がある。また、残留水圧は土圧とほぼ等量であるから、土圧測定に関する相対的計測誤差が拡大される。

b) 測定は長期間（3か月以上）にわたる。さん橋の杭に曲げ応力を生ぜしめる船舶の衝撃力、けん引力など以外、われわれが現場測定できるけい留施設に働く荷重のほとんどは裏込め土圧など死荷重であるから、応力測定は建設工事と同時に始まり、工事終了後まで継続しなければならないことが多い。

c) 杭、矢板など根入れ部を必要とする部材には、打込み時に大きな衝撃力が働く。カールソン型計器など工場製作の計器は一般に測定精度、長期安定性、水密性に優れているが、衝撃力には弱い。これらの計器を利用するときは、打込み後、矢板などに取付けるのが望ましい。しかし、このようにすると、根入れ部の応力測定ができない。一方、接着型ゲージは衝撃力に強いが、その他の性質に問題が残る。だが、現場測定にかなり経験のある計測計器メーカーに接着、水密加工をさせると、50%程度のゲージは長期測定可能であった例もある。なお詳細は測定工事報告書を参照されたい^{29), 31), 32)}。

(4) コンクリート工事の施工管理

通常のコンクリート工事の施工管理は他部門と同じであるから、基礎編³³⁾を参照されたい。プレパックドコンクリートに関しては、施工方法が普通コンクリートと異なり、その品質を直接肉眼で観察することが不可能なため、注入モルタルの流動性、ブリージング率、膨張率、圧縮強度、およびプレパックドコンクリートの圧縮強度などについての管理試験が特に重要な意味をもつ。これらの統計量についての測定方法は、樋口、赤塚^{34)~37)}などの研究成果に基づいて、土木学会「プレパックドコンクリート施工指針(案)」に標準化されている。

(5) 捨石均し、プレキャストコンクリートのすえつけに関する測定

特別の測定ではなく、捨石均しはレベル測量、すえつけ工事はトランシット測量による。これら工事の施工精度については港湾技術要領³⁰⁾に報告されている。

(6) 矢板、杭打ちの施工管理

矢板、杭打ちの施工管理は、設計図面どおりに施工、設計計算どおりの支持力を得るために行なうので、測定内容も2種にわかれる。矢板を無造作に打込んでゆくと、打込み枚数が多くなるにつれて、後から打込む矢板は進行方向に傾いたまま打込まれるようになり、打込み作業そのものが困難となり、作業能率が非常に低下する。矢板が正確に鉛直に建込まれ、打込まれているかど

うかは、二方向からトランシットで測定すれば確認できる。鋼管杭の打込み精度についても報告³⁰⁾がある。建設地点での土質条件が一樣であれば、打込み記録と同一現場での載荷試験結果^{24), 39)}との対応で杭の支持力に関する管理が行なえる。

4. 軟弱地盤に関する測定

近年の港湾は沖積平野に建設されるので、軟弱粘土層上に港湾施設を築造する例が多い。軟弱地盤に対処する簡単な方法は粘土を掘削して、代りに砂を投入する置換え工法であるが、軟弱粘土層を圧密して粘着力を高めるよう、地盤改良する工法もある。この際、圧密を早く終了させるために、サンドドレーン工法を併用することが多い。粘土層を圧密させるためには、当然荷重を、荷重盛土を設けねばならず、荷重が大きい方が改良効果も大きくなる。一方、盛土高が粘土地盤の強度に比較して高すぎると、円形すべり破壊を起こすので、載荷盛土の施工速度は安全な範囲で迅速に行なわねばならない。施工管理にともなう測定は、現時点で盛土が安定であるかどうかの判定のための資料の収集、将来の載荷時期と載荷重の大きさを決定するため、つぎの載荷時の地盤強度、および現在の盛土形状、重量の把握、盛土の施工天端など施工基準面の設定、構造物の将来沈下の予測のための沈下測定などである^{39), 40)}。

現在の盛土が安定であるかどうかの判定はむずかしい問題で、間げき水圧の異常な変化、側方ひずみの測定²⁴⁾、異常な沈下により破壊を予知する努力が払われているが、海底面またはその下の現象の微妙な変化を正確に、しかも施工区域全体にわたって測定するのは困難である。軟弱地盤上に建設した防波堤工事で、ケーソンの回転角の変化（ケーソンの四隅をレベル測量し、その差の変化より算出する。1cmの高低差が 10^{-3} ラジアンとなる）を観測して、危険の予知に成功した例もある⁴⁰⁾。

地盤強度は不攪乱試料を採取し、単純圧縮試験により求める。ここで注意すべきことは、強度そのものだけでなく、強度増加も意味があるので、施工前と全く同じ要領でサンプリング、土質試験を行なわねばならぬ。また砂杭近くの粘土は地盤の平均強度より強くなっているため、サンプリングは砂杭の中間部の中央付近よりによるよう注意する⁴⁰⁾。

沈下観測は測定すべきものが海面上に出ているときは、基準点を海上やぐらに設置してレベル測量によって容易に行なえる。測点が海面下にあっても、潜水夫を使い、測点がある程度大きく丈夫なものを用いると（孔あきコンクリートブロック、全体として捨石、砂などの堤体材料と同じ単作体積重量とする）、レベル測量をそ

のまま利用できる。また、波のない海面は水平であるから、潮位計のように小なる孔のある1組のパイプをそれぞれ測点と基準点にすえ、パイプ内に浮子を入れると、浮子とパイプの位置関係によって、測点、基準点の深度がわかり、両者の高低差を測定しうる。この方法は両者の距離によって測定誤差が変化しないので、基準点と測点との距離が300m以上となると、レベル測量よりも精度がよくなる⁴⁰⁾。

圧密の進行度を判定するために、間げき水圧測定が行なわれる^{24), 29), 39), 40)}。数多くの点で沈下測定を連日行なっていると、沈下状況より圧密度も推定できる。

参考文献

- 1) 富永康照：波浪観測について，講座／測定／基礎編，土木学会誌，第51巻8号，1966年8月
- 2) 井島武士：港湾海岸測量，森北出版，昭和35年
- 3) 木村義男・石田直之・高島和夫：リレーを用いたステップ式波高計と波浪観測塔，第11回海岸工学講演会講演集，昭和39年11月
- 4) 設計標準作成委員会：港湾技術基準設計編（案），第2編4章，波および波力，運輸省港湾技術研究所，昭和41年
- 5) 文献4）港湾技術基準設計編（案），付録
- 6) 検潮儀による潮汐観測のしかた・検潮所建設要領，運輸省港湾局，1953年3月
- 7) 港湾工事用基準面（基本水準面）の設定のしかた，運輸省港湾局，1954年9月
- 8) 海洋観測指針，気象協会，1963年10月
- 9) 佐藤昭二・田中則男・入江 功・平原淳次：蛍光砂による漂砂観測，第4回港湾技術研究所研究発表会講演概要，1966年11月
- 10) 佐藤昭二：港湾建設計画に関連した漂砂の研究，港湾技術研究所，No. 5, 1963年12月
- 11) 港湾技術要報，No. 44，運輸省港湾局，1965年1月
- 12) 森 勝平・木村義男・南 英二：衝突波の二，三の特性について，第9回海岸工学講演会講演集，昭和37年10月
- 13) 堀口孝男・川上善久：海岸構造物の現地実験について，第4回港湾技術研究所研究発表会講演概要，1966年11月
- 14) 佐藤昭二・田中則男・杉山茂信：7線散乱型洗掘計について，第3回港湾技術研究所研究発表会講演概要，1965年12月
- 15) 岩崎敏夫・楊沢民：長波の研究用造波装置とその特性について（1），第13回海岸工学講演会講演集，昭和41年12月
- 16) Healy, J.J.: Wave Damping Effect of Beaches, Proc. of Minnesota Intern. Hydraulics Convention, 1953.
- 17) 林・宮島：全国主要港湾における強震観測（第1報），港

- 研資料，No. 10, 1964年4月
- 18) 林・宮島・山田：全国主要港湾における強震観測（第2報），港研資料，No. 15, 1965年2月
- 19) 土田・山田・倉田：全国主要港湾における強震観測の現況，第4回港研研究発表会講演概要
- 20) 善一章：腐食速度推定法に関する研究，港研報告，第5巻8号，1966年6月
- 21) 重野隼太：電気防食法，第6回金属防食技術講習会テキスト
- 22) 花田政明：電気防食用ならびに土壌腐食測定用計器について，防食技術，第13巻第10/11号，1964年10月
- 23) 土質工学会：土質試験法，1964年3月
- 24) 土質工学会：土質調査法，1965年5月
- 25) 藤下利男：軟弱地盤におけるボーリング，山海堂，土木ライブラリー，1963年6月
- 26) 倉田・藤下：砂と粘土の混合土の工学的性質に関する研究，運研報告，11巻9号，1962年4月
- 27) 日本港湾協会：港湾構造物設計基準（上巻）第2章 設計条件 8.2.2 粒度，1967年5月
- 28) 日本港湾協会：港湾構造物設計基準（上巻）第2章 設計条件 セン断強さ，1967年5月
- 29) 日本港湾協会：港湾工事に関する調査観測試験機器，港湾技術要報，No. 44, 1965年1月
- 30) 日本港湾協会：第14回直轄技術研究会 討論議題“港湾工事の施工精度”，港湾技術要報，No. 41, 1964年3月
- 31) 日本港湾協会：土圧測定，港湾技術要報，No. 40, 1963年11月
- 32) 運輸省・運研・四建：セル型岸壁の応力測定報告書（第1報），1960年3月
- 33) 樋口芳朗：コンクリートに関する測定，講座／測定／基礎編，土木学会誌，第51巻8号，1966年8月
- 34) 樋口芳朗：グラウトのコンシステンシー測定方法，土木学会誌，第45巻6号，1960年6月
- 35) 樋口芳朗：微細な空けきてん充のためのセメント注入における混和材料に関する研究，土木学会論文集，No. 81, 1962年5月
- 36) 赤塚雄三：注入モルタルの流動性測定について，土木学会誌，第48巻5号，1963年5月
- 37) 赤塚雄三：港湾工事におけるプレバックド コンクリートの施工管理に関する基礎研究，港研報告，第4巻6号，1965年7月
- 38) 高田・伊藤・吉田・国広：橋梁，講座／測定／応用編，土木学会誌，第51巻11号，1966年11月
- 39) 奥村樹郎：軟弱地盤における工事実施例，港湾，土質基礎工学ライブラリー2，土質工学会，1966年3月
- 40) 運輸省・5建：軟弱地盤上の防波堤建設工事にとりまう土質力学的施工管理について

OUTLINE OF COASTAL ENGINEERING IN JAPAN

Guid Book to the Tenth Conference on Coastal Engineering

標記の図書は昨年9月第10回海岸工学国際会議が東京で開催されたのを機会に国内組織委員会より出版されたもので、海岸工学の現状をわかりやすくとりまとめられています。ご希望の方は土木学会へお申込み下さい。

体 裁：B5判 142 ページ

定 価：700 円 送 料：100 円

申 込 先：土木学会編集課