

第12回海岸工学国際会議報告

岩 垣 雄 一*・堀 川 清 司**

1. ま え が き

1970年9月13日から18日まで、アメリカ合衆国ワシントン市のメイフラワー・ホテルにおいて、第12回海岸工学国際会議 (Twelfth Conference on Coastal Engineering) が開催され、わが国からは本間仁 (東洋大学)、永井莊七郎 (大阪市立大学)、白石直文 (日本テトラポッド(株))、井島武士 (九州大学)、伊藤喜行 (運輸省港湾技術研究所)、土屋義人 (京都大学)、沼田淳 (東北大学)、首藤伸夫 (中央大学)、村上健 (建設省土木研究所) の各氏および筆者らの11名と本間教授の令嬢が参加した。筆者らは土木学会海岸工学委員会から、新潟において開催された第17回海岸工学講演会においてこの国際会議の様子を報告するよう依頼され、また学会誌へ投稿するようすすめられたので、ここに報告する。なお、海岸工学国際会議の生い立ちや歴史については、第10回および第11回の会議報告¹⁾²⁾にも述べられており、また今回の会議の様子は筆者の1人によって、すでにかなりくわしく他誌³⁾に報告されているので、ここでは主として発表論文を中心にして、会議の概要を述べてみたい。

2. 会議の日程と論文発表および参加者

会議の日程は表-1に示すようで、第1会場は波浪、

第2会場は構造物とその設計、第3会場は海岸過程の3会場にわかれ、開会式に続いてそれぞれ平行して論文の発表と討議が行なわれた。発表予定の論文数は179に達し、座長および副座長の司会によって会議が進められた。とくに、副座長は各個人の発表が終わったあと、担当の数編の論文の概評をすることが義務づけられていた。なお、第1日目の昼食時に、海岸工学研究評議会が開か

表-2 会議参加者数および正副座長数

| 国 名 | 参加者数 | 座長数 |
|---------|----------|-----|
| アメリカ | 263 (31) | 42 |
| カナダ | 21 (4) | 1 |
| オランダ | 18 (2) | 3 |
| 西ドイツ | 15 (3) | 1 |
| 日本 | 12 (1) | 4 |
| イギリス | 9 (1) | 2 |
| デンマーク | 8 (2) | 1 |
| ポルトガル | 8 (3) | 1 |
| メキシコ | 5 (2) | |
| フランス | 4 | 1 |
| オーストラリア | 4 (1) | |
| ベネズエラ | 4 (2) | 1 |
| ノールウェー | 3 | 1 |
| イタリア | 2 | |
| ソ連 | 2 | |
| 中国 | 1 | |
| インド | 1 | |
| イスラエル | 1 | |
| 南ア連邦 | 1 | 1 |
| タイ | 1 | 1 |
| 計 | 383 (52) | 60 |

注：() 内の数字は同伴者数。

表-1 会議の日程、発表論文の分類および発表論文数

| 日 付 | 第 1 会 場 | 第 2 会 場 | 第 3 会 場 |
|--------|---|--|------------------------------|
| 14日(月) | 午前 波浪記録の解析 I (5) 午後 同 上 II (6) | 開会式、浮体の動力学 (4) 波のはい上り、反射、透過 (6) | 養浜と洗掘 (4) 海浜形状 (4) |
| 15日(火) | 午前 波における水粒子運動 (3) 午後 風波と大気・海洋の相互干渉 (5) | 固定した構造物に作用する波力 I (6) 同 上 II (6) | 海岸の地域特性の研究 (6) 海浜過程 I (6) |
| 16日(水) | 午前 衝撃的に発生した波 (5) 午後 高潮と津波 (7) | 海岸保全構造物 I (6) 同 上 II (6) | 同 上 II (7) 同 上 III (5) |
| 17日(木) | 午前 浅海における波 (5) 午後 波の変形 (5) | 河口および沿岸水域での分散 (6) 河口および沿岸水域での水理 (5) | 浮遊漂砂 (4) 海岸入江 (7) |
| 18日(金) | 午前 港湾振動 (7) 午後 砕波と波のエネルギー逸散 (5) | 海岸測量と遠隔装置 (6) 突堤群 (5)、閉会式 | 流れ (6) 構造物による洗掘 (4) |

注：() 内の数字は発表論文数、登録は13日(日)午後から開始された。

* 正会員 工博 京都大学教授 工学部土木工学科

** 正会員 工博 東京大学教授 工学部土木工学科

れ、1972 年はカナダのバンクーバーで、1974 年はデンマークのコペンハーゲンで、1976 年はハワイで開催されることが決った。さらに、会議終了日の 18 日から 20 日まで、ニュージャージー州の海岸を視察することを目的として、ニューヨーク市までのバスツアーが行なわれた。

この会議の参加者数は表-2 のように 20 カ国 383 名 (うち同伴者 52 名) であるが、全体の 2/3 以上が地元のアメリカ国内からの参加者である。また、正副座長の国別数を参考のために示すと、表-2 の右欄のようである。わが国では、本間、永井両教授と筆者ら 4 名が指名された。

3. 発表論文の概要

前述のように論文発表は毎日 3 会場にわかれて行なわれたので、出席して聞けるものは 1/3 程度に過ぎない。しかし、プログラムと論文概要集が会議前に配布されているので、これらを参照して、論文の概要を述べてみたい。

(1) 波 浪

a) 波浪記録の解析

(ポルトガル, アメリカ, 日本, イギリス, 南ア連邦, カナダ)

圧力式波高計の記録からエネルギー・スペクトルを求める方法、圧力式とステップ式および抵抗線式の波高計の記録の比較、アメリカの 20 年以上 100 地点に達する波浪記録の統計的処理、浅海での碎波限界を考慮した波のスペクトルの変形、5 台の波高計を使用し、その記録から求められる方向スペクトルと、波高計の配置との関係、超音波型波高計を用いた南アフリカ連邦の波浪観測網の紹介、うねりの記録を解析して、その発生源を見出す方法などがおもな内容であって、各国とも波浪観測とその解析に力をそそいでいることがうかがわれる。

b) 波における水粒子運動 (アメリカ, 日本)

流速計を用いて、波の内部の速度場を明らかにする測定方式として towing system が提案され、また hot film 流速計と水素気泡をトレースする方法とにより、水平方向の水粒子速度を計測した実例と、風洞水槽内の風波の水中の流速変動を hot film 流速計によって測定し、macro-scale の乱れが海面から内部へ侵入し、エネルギー逸散が行なわれる機構を調査した研究が報告された。

c) 風波と大気・海洋の相互干渉

(アメリカ, 日本, 中国, ベネズエラ)

大気と海面の間のせん断応力と風速との関係、風波の発生発達に及ぼす風速分布の影響、浅海波の風洞水槽実験、移動する境界条件をもつ波の模型上の風の流れの特

性、風波の回折の電子計算機によるモデル化がこの関係のおもな論文の内容である。

d) 衝撃的に発生した波 (アメリカ, カナダ)

船が通過することによって起こる波、斜面を物体がすべりおちる (地すべりする) ことによって起こる波、波起こし板が急に動くことによって発生する波、あるいは水底が急に隆起したり、沈降することによって起こる津波、といったような過渡的な不安定な波を主として実験的に取り扱った研究が報告された。

e) 高潮と津波 (タイ, アメリカ, 西ドイツ, 日本)

一様な海底勾配の大陸棚上での単純化された風域に対する高潮の計算、高潮の統計的処理、電子計算機を用いた高潮計算と模型実験など高潮関係 5 編と、わが国からの浦戸湾の津波実験および大船渡湾の津波防波堤を対象とした津波計算における損失係数の評価に関する津波関係 2 編が報告された。

f) 浅海における波 (インド, ソ連, アメリカ, 日本)

浅海での波の変形に対する海底勾配の影響、不規則波の進行に伴うスペクトルの変形、SUMMAC と呼ばれる、電子計算機による数値計算法の孤立波の変形への応用、沿岸砂州上を通過する波の変形の問題と、有限振幅重複波理論の適用限界の研究が報告されたが、次に述べる波の変形の課題とともに、いずれも各国において大きな関心をもたれている海岸工学上の重要課題である。

g) 波の変形 (西ドイツ, カナダ, アメリカ, デンマーク)

ここでは、潮波の河口形状による変形と波状段波の変形の理論と実験の両面からの研究の成果に加えて、微小振幅波、ストークス波、クノイド波および孤立波といった線・非線形の波すべてを含む高次の重力波理論が提示された。また、波と流れの相互干渉による波の変形および碎波に伴う平均水面の上昇の問題を取り扱った研究成果が報告された。

h) 港湾振動 (アメリカ, カナダ, ベネズエラ)

この問題は、タンカーなど船舶の大型化につれ、その係留に関連した重要な課題なので、とくにアメリカでは実験、現地観測、数値計算が盛んに行なわれている。ここでは、特定の港の調査報告のほか、任意の平面形状をもった港湾の潮汐その他の長周期波による振動、港口に設置して特定の周波数帯域の波のみを吸収する resonator の特性、水底から噴出する噴流による水槽内の水面振動などの研究成果が述べられた。

i) 碎波と波のエネルギー逸散

(アメリカ, 西ドイツ, カナダ)

碎波についてはあまり多くの発表はなかったが、気泡の混入によって碎波後の波高減衰を説明しようとした試みが注目された。また、側壁と底面の摩擦による波のエネルギー逸散について 2 基の水槽を用い、同じ波高、周

期、水深について波高減衰を測定することにより、側壁によるものと底面によるものを分離できることを示し、理論と比較して実験式を求めた研究も興味深い。

(2) 構造物とその設計

a) 浮体の動力学 (アメリカ, ノールウェー, オランダ)

浮体としては、ポンツーン、双胴型半潜水式ブラットフォーム、細長い浮体、保留した浮体を対象とし、それらに作用する波力、係留索に作用する張力、浮体運動の応答特性について、理論的ならびに実験的に検討がなされている。とくにスペクトルを持つ波、あるいは非線形波を外力とした取扱いがなされている。

b) 波のはい上がり、反射および透過 (ポルトガル, 日本)

不透過性斜面からの反射率を求めるのに、いわゆる Healy の方法を適用したときの誤差、ブロック積み防波堤の透過率の評価、さらに越波量を計算によって求めようとする試み、消波工のある護岸への越波量の評価基準の提示がなされた。

c) 固定した構造物に作用する波力

(アメリカ, ソ連, 西ドイツ)

直立壁あるいは半円形管に作用する砕波圧、大径のピア、円形セル型防波堤に作用する波力、土構造物の傾斜面および土中の波圧分布といった問題に対する実験的研究成果が発表された。そのほか、構造物に対しての波向きの効果、あるいは波が斜めに入射し Mach-stem を形成することによる圧力の増加が取り上げられた。また、最大波力の確率についての検討、あるいは杭に作用する浮氷の圧力の研究が発表されたが、これらは今後海洋構造物の安全性を確保し、あるいはその危険率を知るうえで重要である。

d) 海岸保全構造物 (アメリカ, ベネズエラ, 日本, 南ア連邦, デンマーク, 西ドイツ)

海岸保全を目的として種々の構造物が築造されているが、それらの安定性ならびに機能を検討することは重要である。今回も模型実験の結果が報告されたが、大型水路を用いて縮尺効果を明らかにする試み、あるいはコンクリート・ブロックの流体抵抗を求めるといった、より基本的な面から解明しようとする努力が認められた。海岸保全工としての新しい試みに、沖合に土砂を盛り上げ潜堤を築造した例、水平板によって防波の機能を持たせる案、新たに考案された浮防波堤、ポリプロピレンのホース ($\phi 0.7 \sim 1$ m) に砂を注入したものを組み合わせて海岸にならべる方式が発表された。そのほか、ソイルセメントを用いてつくられた護岸の耐久性 (30 年間) が報告された。

e) 河口および沿岸水域での拡散

(アメリカ, ノールウェー, オランダ, ポルトガル)

河口の同化作用能力の評価、河口からの供給土砂量の減少に伴う Louisiana 沿岸の後退、河口の浅瀬形成の程度によるタイダル・フラッシングの変化、浅い湾あるいは河での火力発電所冷却水の環流といった問題が取り扱われている。一方、河口における流量の変化を電磁気的ファラデー効果を適用しての測定方法、沿岸域での平均流速の測定に、球体の抵抗力を用いる計測方法が発表された。

f) 海岸測量および遠隔装置 (アメリカ, 西ドイツ)

連続地震探査法によって、河口の堆積土の分布ならびに厚さを測定する方法、宇宙飛行士によって撮影されたカラー写真によって、入江からの土砂の流出、拡散の過程を調べる試み、空中から遠隔操作により、海岸工学上の種々の問題、たとえば温水汚染、油汚染の状況を観測する試み、水中テレビジョンによって土砂の移動を観測する方法のように、海底における観測、測量の方法が開発されている。一方、深浅測量に及ぼす長周期波の影響といった問題も報告されている。

g) 突堤群 (オランダ, ポルトガル, イギリス, 西ドイツ, アメリカ)

海岸侵食防止工としての突堤群の機能について、計算や実験的研究の成果などが報告された。

(3) 海岸過程

a) 養浜および洗掘 (アメリカ)

養浜工に関連して、沖からドラグライン・スクレーパーによってかき寄せる方法、ならびにジェット・ポンプと管路による輸送方式について報告されている。また、海岸護岸の前面に生ずる波うった洗掘部分の波長や洗掘深は、そこに生じている波の波長や波高と密接な関連があることが述べられた。

b) 海浜形状 (アメリカ, インド, イギリス)

砂浜あるいは砂利海岸における海浜形状や bar の特性が、いかなる要素によって支配されるかは、きわめて興味のある問題である。これを時系列の観点から解析したもの、実験的研究によるもの、および現地観測の結果が報告された。

c) 海岸の地域特性の研究 (オランダ, アメリカ, インド)

オランダの海岸、カリフォルニア海岸、ニュージャージー海岸、インド南西海岸における地域特性が論じられた。とくに、オランダにおける 100 年間の資料を用いての検討は有益であろう。

d) 海浜過程 (オーストラリア, 日本, アメリカ, デンマーク, オランダ, ポルトガル, 西ドイツ, ノールウェー, 南ア連邦, イギリス)

このテーマに関連しては、各 section 最高の 18 論文が発表された。それらはさらに 3 つの項目に細分類する

ことができよう。第一は、漂砂量の算定に関する問題である。これは工学的にきわめて重要であり、現在までも幾つかの算定公式が提案されている。今回も漂砂量に関する現地調査あるいは実験の結果をもとに検討されている。その中には、底質の粒径、あるいは底面の粗さの漂砂量に及ぼす効果を調べたものがある。第二は飛砂に関するもので、風による砂粒子の跳躍を論じたもの、第三は漂砂の移動状況を調べるためのモデル化、RIをトレーサーとした調査結果の検討、あるいは模型海浜上の底面せん断応力の分布、さらには現地模型実験結果についての研究である。

e) 浮遊漂砂 (日本, イギリス, アメリカ)

浮遊漂砂の濃度分布に関連して、波の運動に伴う底面からの乱れの測定を試みたもの、河口における潮汐運動に伴う浮遊土砂の計算と実測結果が報告された。次に、流体中に浮遊した中立粒子をレーザーによって追跡して水粒子速度を求める方法の紹介、海岸と河川の移動床模型の相似性に関する比較検討の議論が行なわれた。

f) 入江 (ブラジル, アメリカ, メキシコ)

河口とか入江の口での航路の維持は、困難な問題である。このような問題に対しては、現在のところケーススタディーは重要な示唆を与えてくれる。また調査結果に基づいた模型実験により有効な手段を見いだした例も報告された。

g) 流れ (西ドイツ, アメリカ, イギリス)

沿岸潮流の特性、単純化された模型での密度流の測定、ロックの中での密度流と乱れの現地観測、さらに土砂をジェット・ポンプで輸送する方式の提案、人工海草によって海浜に土砂を堆積させる方式の室内実験の結果が報告された。

h) 構造物の築造に伴う洗掘 (日本, アメリカ)

防波堤の建設に伴って生ずる海底地形の変化について現地のデータの発表、ならびに円柱の周辺の洗掘についての模型実験の結果の報告がなされた。また、表記のテーマにはそぐわないが、砕波帯内の沿岸流速の分布についての研究も発表された。

4. あとがき

以上、会議の概要を発表論文を中心として述べたが、一般的な研究の動向を筆者らの感想とともに列記すれば次のようである。

(1) 第2日目の夜、波浪資料に関する非公式の集會が持たれ、資料の解析や公開などについて討議されたが国際的な標準化や情報交換の問題なので議論百出、結局Ippen教授の提案で数ヶ国から委員を出して、もう一度方針を考えなおすことになった。このように、波浪計測と資料解析は、各国に共通した実用上の課題となってきた。

(2) 波浪の関係では、砕波を含めた浅海波とその変形の問題が多く取り扱われ、海底勾配や流れ、境界摩擦、気泡混入などの効果が議論されたのが注目された。

(3) 海岸保全構造物に関しては波のはい上がり、越波、反射、透過、波力といった水理学的問題が相変わらず取り扱われているが、とくに波と浮体との関係を扱ったものが現われてきたのは、海洋開発と関連した新しい傾向といえる。

(4) 海洋拡散の問題も、環境保全と関連して各国とも等しく重視していることが感じられた。

(5) 海洋過程については、各種各様の幅広い研究調査が行なわれているが、漂砂現象が micro scale, meso scale, macro scale の3つの取扱い方によって解明されそれが将来一体化されるべきであるとする考え方からすれば、micro scale の取扱いをしたものが少なく、もう少し微細構造に立ち入った研究成果が出てよいように思われた。

参考文献

- 1) 本間 仁: 第10回海岸工学国際会議を終えて—その経過と成果, 土木学会誌, 第52巻2号, 1967, pp. 9~10.
- 2) 本間 仁: 第11回海岸工学国際会議報告, 土木学会誌, 第54巻2号, 1969, pp. 75~77.
- 3) 堀川清司: 第12回海岸工学国際会議に出席して, 海洋科学, Vol. 2, No. 11, 1970, pp. 68~71.

(1971.1.29・受付)

申込先: 土木学会刊行物係

振動学便覧編集小委員会編

土木技術者のための振動便覧

A 5・450 2 400 円 会員特価 2 000 円 (〒170)

測定法編集小委員会編

建設技術者のための測定法

A 5・422 2 000 円 会員特価 1 800 円 (〒170)

岩盤力学委員会小委員会編

土木技術者のための岩盤力学

A 5・490 3 600 円 会員特価 3 000 円 (〒200)

海岸保全施設設計便覧改訂小委員会編

海岸保全施設設計便覧

B 5・294 2 300 円 会員特価 2 000 円 (〒170)