

III-34 波による浮遊砂の濃度分布について

東京大学工学部

正員 〇 堀 川 清 司

" " " "

鮮 于 激

浮遊漂砂の鉛直分布については、北海道大学福島教授、札幌大学篠原教授、アメリカ海軍食糧局のFAIRCHILD、ソ連のBOJITSCHらによる研究があり、分布の機構に関して種々の説明が試みられているが、未だに充分に満足すべき説明はなされていない。また、竹竿トラップによる累積捕砂量と濃度分布との関係も未解決の重要な問題として残されている。最近、海中取水施設の取水口先端高を決定するにあたり、浮遊漂砂の鉛直濃度分布が問題とされ、これに関連して、われわれは、一連の現地観測と理論的実験的研究を行った。本研究は今後も継続の予定であるが、中間的な結論を一応とりまとめて報告する。

漂砂濃度の表示式 微小振中波理論を用い、一週期間の時間的平均を取扱うことにすれば、運動方程式は、鉛直方向の y について考えることが出来る。すなわち

$$w_0 \frac{\partial m}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z} (w_0 m) = 0 \quad (1)$$

を得る。但し、 m は漂砂濃度、 w_0 は砂粒の沈降速度である。いま、混合距離を、その奥における水分子軌道の水平軸長さに比例すると仮定し、渦動粘性係数 $E = \beta L^2 / \frac{\partial w}{\partial z}$ 、(β は正の定数) を(1)式に代入して、一週期間の時間的平均をとれば、簡単な計算を経て次式を得る。

$$m/m_0 = \exp \left[-\alpha \frac{w_0}{C} \left(\frac{L}{H} \right)^3 \left(\frac{d}{L} \right) \sinh^3 \left(\frac{2\pi d}{L} \right) f(n) \right] \quad (2)$$

$$f(n) = \left[\frac{\cosh k d n_0}{\sinh^2 k d n_0} - \frac{\cosh k d n}{\sinh^2 k d n} + \log \left| \frac{\tanh k d n_0 / 2}{\tanh k d n / 2} \right| \right] / 2 d k \quad (3)$$

但し、 H =波高、 L =波長、 C =波速、 d =水深、 m_0 =海底から高さ $n_0 d$ における漂砂濃度、 n =全水深 d に対する海底からの高さの比、 $k=2\pi/L$ 、 α =定数 β を含む正の定数。

実験及び現地観測 上式を誘導するにあたり、渦動粘性係数に関して、大抵な仮定を行ったので、実験及び現地観測の資料から α 値の性質を検討した。実験は、 $24 \times 1 \times 0.8$ (m)の二次元水槽を使用し、粗細2種類の底質(300, 150 μ)、大小2種類の波(波高15, 7 cm; 周期1.30, 1.98 sec)、水深は測定部分で30.0 cmである。濃度測定は、サイフォンを使用し、また、竹竿トラップの機型による累積捕砂を同時に行った。現地観測は、東海和海岸で、特に設計した機型採水器による濃度測定、ならびに竹竿トラップによる捕砂を行い、また、新潟海岸における竹竿トラップ資料も利用させて頂いた。結果の一部を図-1に示す。これによると、 α 値は定数ではなく、波作用の大きい程、水深が小さい程、また水面に近い程、大きくなる傾向があり、特に、水深の影響は最も著しい。このような α の性質については、今後とも、更に検討をすすめて、上述の仮定を検証する必要がある。

竹竿トラップ資料の検証 竹竿トラップ

トラップによって得られる資料は、ある期間内の累積値を表すので、これを濃度に換算するためには検証が必要である。われわれは、底質攪乱強度の index として底面における水分子の最大水平速度をとり、これを parameter にして、 $\alpha_0 = 0.1$ にする現地及び実験の浮遊濃度ならびに竹竿トラップ資料と比較した。図-2, 3, 4 にその結果を示す。但し、捕砂量の代りに捕砂率 (g/hr) をとり、軌道速度は、波高、周期、水深の算測値から微小振中波理論により計算した。また、現地波高は、竹竿トラップの設置期間中、非常に変動するので、便宜上、全期間中の波高記録から2時間毎10分間の観測値より有義値を求め、これの2乗平均をとって代表的値とみなした。図-2, 3 下は、若干のばらつきがみられるが、これは、上のような波高値のとり方、二次流の存在、濃度測定方法の相異に起因するものと思われ、現在の段階としては、この程度のばらつきは許容されるべきであろう。これからみても、竹竿資料と浮遊砂濃度は、実験、現地の両方とも、ほぼ同一の関係で得られることがわかり、これは、竹竿資料の検証について有力な手がかりを与えるものと思われる。

謝辞 本研究の実施にあたり、種々の便宜を賜った日本電力株式会社、東京電力株式会社、新沼米土木部、信濃川工事事務所、に深甚の謝意を表すると、もに、終始懇切な御指導を賜った東京大学本間に教授、現地観測、実験及び資料の整理にあたって重要な協力をされた東京大学土木部港湾研究所、秋山一夫、平賀隆、市川尚子、本間久枝、岡田昭次の諸氏、ならびに当時学部学生稲葉誠一氏（現総理府技官）に、併せて感謝する次第である。

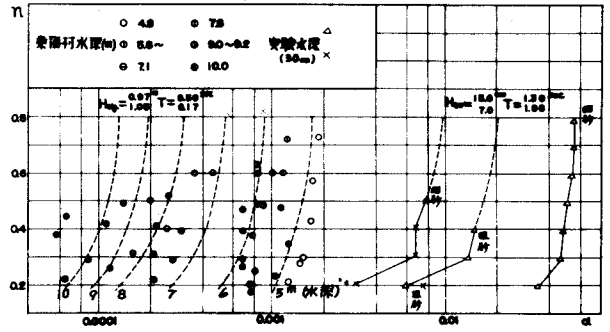


図-1. α 値の検証

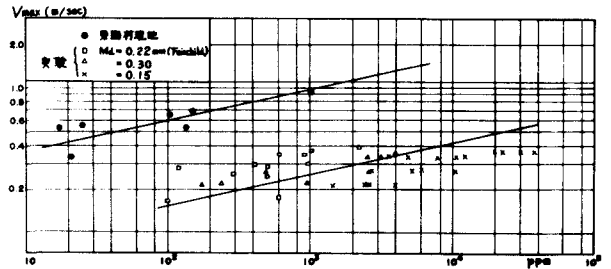


図-2. 浮遊濃度 vs. 海底における水分子の最大水平速度

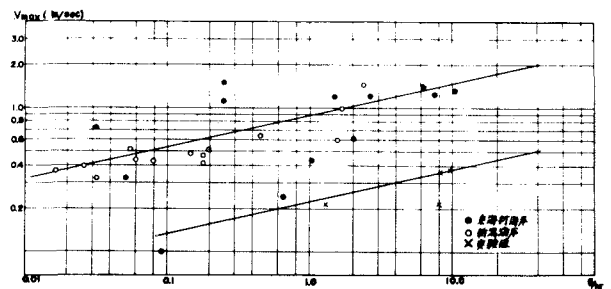


図-3. 捕砂率 vs. 海底における水分子の最大水平速度

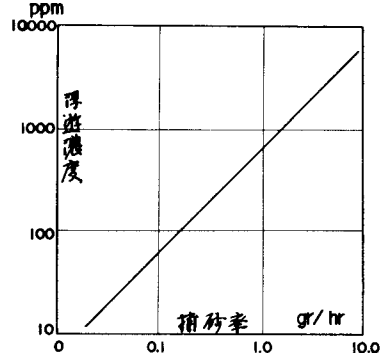


図-4. 捕砂率検定曲線