

大成建設株式会社 正会員 田口 正孝

" " 魚本 健人

" " 〇勝井 秀博

1. はじめに

急潮流あるいは大水深といった厳しい自然条件下で、大規模性・急速施工性・高精度化・施工管理の確実化・省力化・労働環境改善・公害防止……等を要求されつつ建設しなければならない土木プロジェクトにおいて、海上足場は不可欠の要素であり、従って、海上ジャケット足場を活用したジャケット工法も海洋構造物の施工法に大きな比重を占めるものである。

ジャケットのように複雑な構造物に働く流体力を理論的に算定する事は難しく、模型実験等で決めるのが一般的である。しかし、模型実験と実物とでは Reynolds 数に大きな差があり、今後、現場スケールでの実験データを積み重ねる必要があろう。

今回、日本道路公団大島大橋下部工工事用の P₅ および P₄ ジャケット足場を対象に、急潮流下におけるジャケット足場に働く潮流力と振動に関する観測を行ない、主に流速の遮蔽効果とジャケットの振動・作用外力について検討した。その結果、ジャケット自体の潮流遮蔽効果によって、内部の流速が低減し、全体としての潮流力は、流速低減を考慮しない場合の 6 割～7 割に低下した。またジャケットの固有周期は、1 質点系と仮定しても、1 割内の誤差で計算できる事がわかった。

2. 測定方法

観測はジャケットの設置直後、即ち

P₅ : 昭和 48 年 12 月 19 日～24 日

P₄ : 昭和 49 年 3 月 18 日～23 日

の小潮期に行なった。

●潮流：3 種類の潮流計（合計 8 基）を図-1 に示すように配置して、ジャケット内部および外部の流速・流向を 1 時間毎に測定した。ジャケット内部 ①には小野式流速計 2 基と CM₂ を、内部 C₁～C₁₂には、CM₄ 4 基とベーン式流速計 1 基を設置した。

●潮位：ジャケットの鉛直材に取り付けた標尺を目視した。

●水平変位：潮流力によるジャケット頂部の水平変位は、約 150m 離れた固定点（P₅ 観測時は陸上、P₄ 観測時は根固めを完了した P₅）からトランシットで測定した。この場合のトランシットの読取精度は約 3mm である。

●振動：P₅ ジャケットでは、中段デッキに 3 個の変位計を置いて、その振動特性（固有周期、減衰定数等）を測定した。

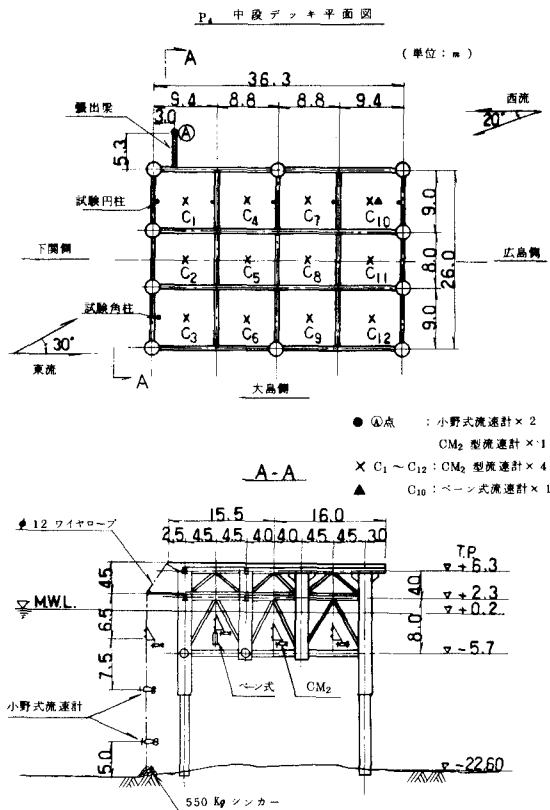


図-1 流速計の配置図 (P₄ ジャケット)

3. 測定結果

3.1 潮流速低減率

P₄ ジャケット内部の流速分布の1例を図-2に示す。図中V₀は入射流速を表わす。この図によると、流れの方向に沿って流速は低下している事、複雑な部材の存在にもかかわらず主流の流向はほぼ一定している事がわかる。流速低下の傾向を定量的に把握するために、流速低下率 r を(1)式のように定義する。

$$r_i = V_i / V_{10} \quad \dots\dots\dots (1)$$

本来はV₀で無次元すべきであるが、工事の都合でV₀のデータが少なく、V₁₀で代用した。

西流の全ケースについて r_i を計算すると図-3のようになる。図より明らかなように、 r_i は各セクション(図-2参照) x_i (I, II, ...) の関数で、P₄ ジャケットの場合、II, IIIで「腰かけ部」を持っている。図-3の全データを総合し、かつ、「腰かけ部」の特色を出すため $r(x)$ を最小自乗法による1~3次曲線で近似したところ、2次と3次には差は見られなかった。更に、 $x=0$ (入射流速)で $r=1$ となるように補正すると、

$$r_i = 1.0 - 0.07 x_i - 0.01 x_i^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

3.2 流速の遮蔽効果による外力の低減

図-2右横に示すように、ジャケットの各断面をセクション①~④に分割し、各断面での流速が(2)式に従って変化するものと考え、全断面に均一な流速V₀がかかって働く力F₀と、流速低減を考慮した外力Fとの間には次の関係が成立する。

$$F_0 = (w/2g) C_D A V_0^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$F = \sum_i F_i = (w/2g) C_D \sum_i A_i V_i^2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$V_i = r_i V_0, \quad A_i = s_i A \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで、A: 全断面積、A_i, V_i: 各断面での断面積および流速、 r_i : 流速低下率、 s_i :

面積係数($\sum_i s_i = 1$)、C_D: 抗力係数である。(3) (4) (5)式をまとめると、

$$F/F_0 = A V_0^2 / \sum_i A_i V_i^2 = \sum_i s_i r_i^2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

FとF₀の差異は、巨視的に見て、流速は一定であるが、抗力係数が構造物によって異なる値を持つ結果生じると考えるのが一般的である。しかし、ここでは、内部流速の変化に着目して、抗力係数是不変とし、単一部材での値(C_D = 1.0)を採用した。両者に本質的な差は無いが、ジャケット構造物のように、複雑ではあるが、断面の充実率が小さい場合、また、大型の構造物で、何層ものセクションに分割しうる場合、後者

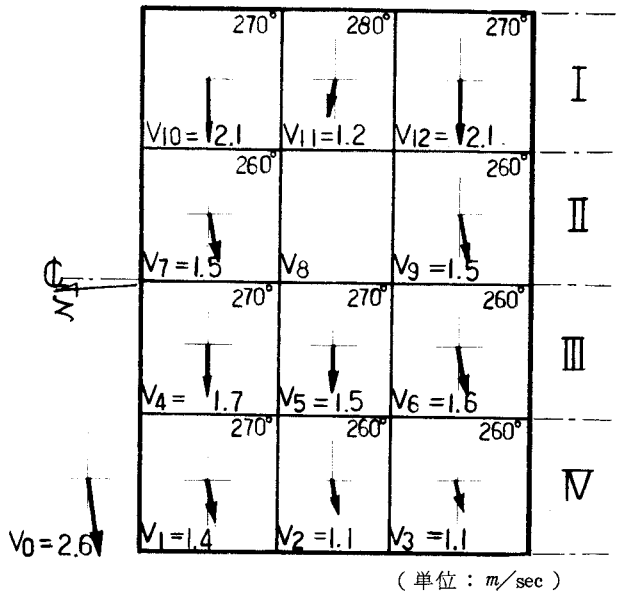


図-2 P₄ ジャケット内部の流速分布例(3月小潮)

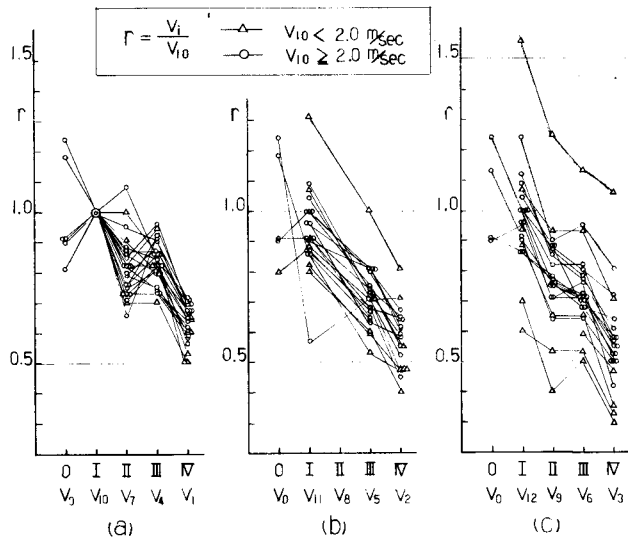


図-3 流速低減率(P₄ ジャケット, 西流)

の方が微視的という点でより有意であろう。

P_4 ジャケットの場合、 $\sum s_i \tau_i^2$ の値は分割の仕方によって異なるが、(2)式を使うと

$0.6 < F/F_0 < 0.74$ (7)

となった。即ち、流速の低下を考慮すると、しない場合の潮流力を3～4割も軽く見積る事ができる。この事は、ジャケットの設計のみならず、施工時(プレロード、根固め等)の負担を大幅に軽減できるものと期待できる。

図-4は、入射流速 V_0 とジャケット頂部の水平変位 δ_H との関係を表わしたものである。3日間の観測結果を総合すると、 $V_{0max} = 2.5 \text{ m/sec}$ に対して $\delta_{Hmax} = 2 \sim 3 \text{ cm}$ であった。一方、(2)、(4)式に従って各セクションでの潮流力 F_i を計算し、これをピン支持のラーメンの各節点に載荷して計算した結果、 $V_0 = 2.5 \text{ m/sec}$ 、流向の偏角 $\alpha = 10 \sim 20^\circ$ として
流速一定とした場合 : $\delta_H = 5 \sim 5.5 \text{ cm}$
流速低下を考慮した場合 : $\delta_H = 3 \sim 4 \text{ cm}$ となり、実測値とほぼよい一致を示した。

3.3 ジャケットの振動

P_5 ジャケット にモルタルブランチ船が接舷した時のショックを利用して、ジャケットの固有周期と減衰定数を測定した結果、次のようになった。

	橋軸方向	軸直角方向
固有振期	1.16 sec	1.16 sec
減衰定数	3.5 %	2 %

部材から発生する渦によって、部材もしくはジャケット全体が振動する事実はなかったが、図-1に示すように、 P_4 ジャケットに取付けた抗力測定用の試験柱 ($\phi 216.3 \times \ell 6000 \times t 8.2$ 鋼管:片持梁)は、約3.9 Hzで激しく振動し、振動開始後2日～1週間で、つけ根の溶接部から次々と破壊切断した。

4.あ と が き

今回の観測によって、潮流の遮蔽効果とそれによる潮流力の低下を確認できた。

観測にあたって、協力いただいた日本道路公団大島大橋工事事務所、および、大成建設・大林組共同企業体作業所の方々に深謝の意を表します。

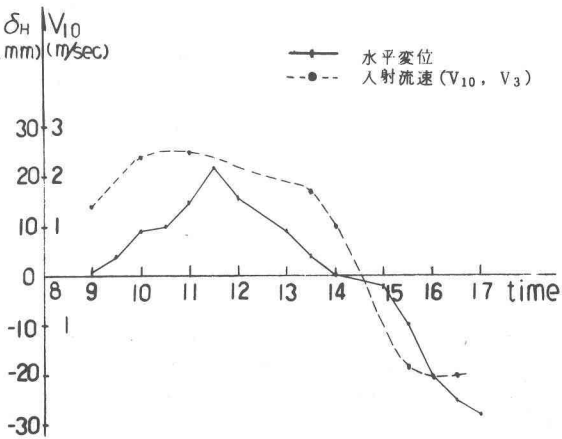


図-4 水平変位実測値 (P_4 ジャケット)

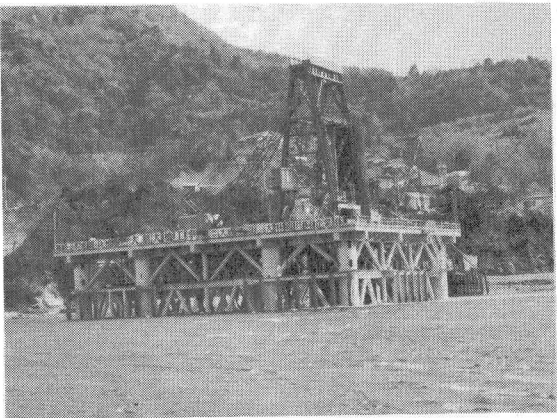


写真-1 P_5 ジャケット



写真-2 流 況 ($V \div 1.6 \text{ m/sec}$)