

潮流に及ぼす海中構造物の影響について

大阪大学工学部 正員 榎本 亨
大阪大学工学部 正員 山口 一郎

1. まえがき：本州四国連絡橋公団で計画されている明石-鳴門ルートに明石・松帆間の架橋は明石海峡及び明石・松帆側の地理的な条件より明石・松帆沖にアンカー基礎及び作業基地としての人工島の建設を余儀なくしている。本実験は海中にこのような構造物を建築した場合、現在の潮流の流況にどのような影響を与えるかということをも模型実験によって明らかにしようとしたものである。

2. 相似則について：水理模型実験では原型の現象をすべての面について模型で再現することは原理的には不可能である。相似性とは現象のうちから抽出されたある特定の関係が原型と模型において相似性を保つことを意味する。潮流模型実験の相似則を考える場合、主として働いている力を考えると慣性力、重力、粘性力などがあげられるが、この実験でも一般に潮流模型実験で用いられる慣性力と重力を同じに相似させるフルードの相似則を用いる。

3. 模型実験対象範囲及び実験条件：実験対象範囲は、実験に使用する水槽の大きさ（ $15\text{m} \times 5\text{m} \times 0.6\text{m}$ ）及びポンプ流量（ $80\text{m}^3/\text{hr}$ ）を考え、水平縮尺 $1/300$ 、鉛直縮尺 $1/50$ に決定した。従って、実験対象範囲は図1に示す東西 4.5km 、南北 1.5km の範囲となる。実験に用いた現地の水理量は、

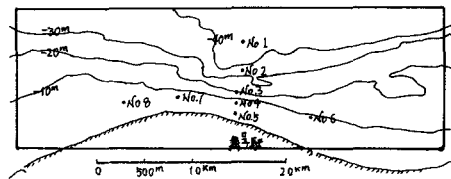


図1 実験対象範囲

本四公団で図1に示す8つの測点で昭和49年6月18日～6月25日にかけて観測された潮流記録を平均大潮期の潮流流速に換算した値が求められている。この一例を図2、図3に示す。また、これらの図中（）内に示した数字は水平縮尺 $1/300$ 、鉛直縮尺 $1/50$ に従って模型に換算した水理量である。しかし、水面勾配も現地観測結果がないため現地の海底の粗度を評価することができず、実験では正しく流況を再現できるように試行錯誤で模型に粗度を与えなければならぬ。一方、図1における測点1～5までの各測点において、経深に水深を用いた Reynolds 数を現地と模型で比較すると表-1 のようになり、現地と模型では生じている水理現象にも相当の

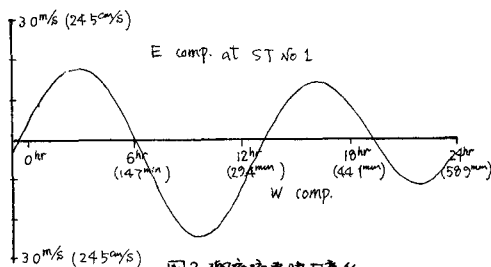


図2 潮流流速時間変化

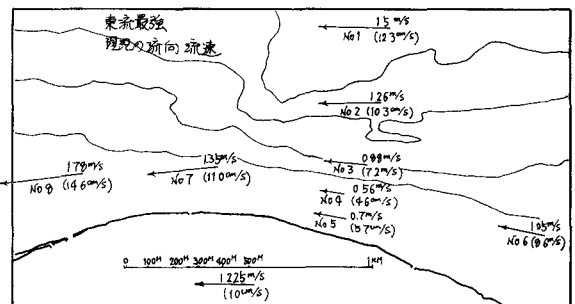


図3 東流最強時の流況

差があるものと想像され、特に水深が浅く流速の遅い領域の実験結果を現地に換算する場合に注意を要する。また、実験ケースは本
 四公団で計画されている表-2に示す10ケー
 スである。

測尺	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5
Re数	3.6×10^4	2.4×10^4	9.8×10^3	1.4×10^3	7.6×10^3
模型					
現地	6.6×10^7	4.4×10^7	1.8×10^7	2.5×10^7	1.4×10^7

4. 実験装置及び実験方法。実験水槽は長さ15^m、幅5^m、水深0.6^mの平面水槽で上流側からポンプで最大80^ℓ/秒の水を流し、下流側に設置した長周期で（周期 周度可変）開閉する可動柵で水位、流速を調整するようになっている。また水位はサーボ水位計、流速は流向流速計で測定し、流跡線はトレーサーを35^{mm}カメラで撮影するのとによって追跡した。しかしこの実験装置では一方回流しか発生するところがないので、東流実験と西流実験にわけて実験を行なったがここでは西流に比べて流速の大きい東流に関する実験について報告する。なお、予備実験で図2に示す水位、流速の時間変化の再現を試みたが思い通りの結果が得られなかつたので東流最強時、最強前後1時間、最強前後2時間の4段階の流況を定常流で再現し、人工島を設置しその潮流に与える影響を考察している。

表-1

柵1	柵1	柵2
	600 ^m	75 ^m 100 ^m 125 ^m
	750 ^m	75 ^m 100 ^m 125 ^m
柵2	柵2	
	柵1	柵2
	250 ^m 900 ^m	250 ^m 900 ^m

表2 実験ケース

5. 実験結果と考察：模型で再現された東流最強時の流況を図4に示す。この図から明らかなように流速の絶対値は最大18%，流向は15°以内の誤差内におさまっており、実験はこのような再現性のもとで行なわれた。図5～図9は図4に示す東流最強時の流況に表2に示す各ケースの人工島を設置した場合の流況の変化を流速のベクトル表示で示したものである。これらの図について検討すると、まず図6の $l=600^m$ の人工島を設置した場合は橋軸より約600^m上流の測尺より付近から流向が変化し始め汀線から約550^mの測尺より及び下流側900^mの測尺よりその影響が及んでおり現況では汀側に回っている流向が人工島を設置することにより流れが整流され汀線に平行に流れるようになる。また $l=750^m \sim 900^m$ と人工島が長くなるにつれてその流況変化の影響が橋軸から約800^m上流の測尺から、汀側約900^mの測尺より、下流側1200^mの測尺より及んでいく。また人工島の設置距離が変化しても流況の変化に与える影響は小さく、流速の絶対値も人工島の長さ及び設置位置にかかわらず人工島よりごく近傍を除いて微弱的な変化しか与えていない一方、図9に示すケース2では岸からの張出し部の影響とみられる流向の変化が橋軸から上流約800^mの測尺より生じ、汀側は測尺2、下流側は測尺19よりその影響が及んでおり、ケース同様汀線よりくは張出し部に平行となるように流向を変化させている。しかし流速の絶対値の変化は、ケースよりさらに小さくなっている。以上の各ケースで人工島の下流側各測尺で流向が

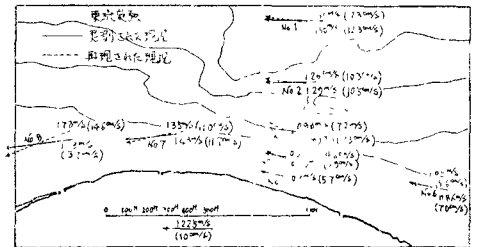


図4 模型での再現性

図5～図9は図4に示す東流最強時の流況に表2に示す各ケースの人工島を設置した場合の流況の変化を流速のベクトル表示で示したものである。これらの図について検討すると、まず図6の $l=600^m$ の人工島を設置した場合は橋軸より約600^m上流の測尺より付近から流向が変化し始め汀線から約550^mの測尺より及び下流側900^mの測尺よりその影響が及んでおり現況では汀側に回っている流向が人工島を設置することにより流れが整流され汀線に平行に流れるようになる。また $l=750^m \sim 900^m$ と人工島が長くなるにつれてその流況変化の影響が橋軸から約800^m上流の測尺から、汀側約900^mの測尺より、下流側1200^mの測尺より及んでいく。また人工島の設置距離が変化しても流況の変化に与える影響は小さく、流速の絶対値も人工島の長さ及び設置位置にかかわらず人工島よりごく近傍を除いて微弱的な変化しか与えていない一方、図9に示すケース2では岸からの張出し部の影響とみられる流向の変化が橋軸から上流約800^mの測尺より生じ、汀側は測尺2、下流側は測尺19よりその影響が及んでおり、ケース同様汀線よりくは張出し部に平行となるように流向を変化させている。しかし流速の絶対値の変化は、ケースよりさらに小さくなっている。以上の各ケースで人工島の下流側各測尺で流向が

岸側に流向が変化しているのは、人工島もしくはオニ島の張出し部を設置することによる後流域による流れの引き込みによるものと考えられるが、本実験では人工島からの明確な流れの剥離もしくは後流域の発生はみられなかった。一部流速の極めて小さくなる死水域的なものが流況図から観察されている。また東流最強および時間おぼろしき時間についてと同様の考察を行なったが、東流最強時と同様の人工島の近く近傍を除けば流況が極端に変化するような現象はみられなかった。以上のように水深の比較的深い所に600m×145m程度の海中構造物を構築しても、潮流変化に及ぼす影響は極めて微弱であるが、この構造物は波浪変化、地形変化にも影響を及ぼすことが考えられ、これらについては後日報告するつもりである。

なお、本研究に対してご協力いただいた本岡公園の関係諸氏ならびに実験に協力していただいた岩田講師、中江助平ならびに大学院、学生諸氏に謝意を表する次第である。

