

ホログラフィによる潮流小模型実験

神戸大学工学部 正 員 箕 淵 亮

神戸大学工学部 正 員 梅田真三郎

日本国土開発 K.K. 正 員 〇 鈴木盛夫

まえがき

港湾内の潮流の水理模型実験が各地でおこなわれている。その実験で用いられている模型は原型にできるだけ近い大型のものがほとんどである。そのような大型模型による実験は、製作・測定時に莫大な費用・日時を必要とする。それに対して微小模型による実験では製作は容易であるが模型精度・測定方法に問題があった。本実験では表面流速の測定方法としてホログラフィ干渉法を用いている。なお模型の原型には資料の豊富な神戸港内の埋立地六甲アイランド周辺を用いている。

1. 実験方法

模型は水平縮尺 $1/20000$ 鉛直縮尺 $1/1000$ とし、起潮装置は水供給式とした。実験では昭和46年12月19日に兵庫突堤で測定された大潮の潮位曲線を用いている。

水表面を膜面としてホログラムを撮ることには1つの問題点があった。ホログラムは物体光と参照光の干渉によって干渉縞を得るが、物体光が極端に弱い場合には鮮明な干渉縞は得られない。水面そのものからの反射光(物体光)では干渉縞が得られなかったため、水面に反射物質を散布することによって水表面における反射光を強くする必要がある。4種の異なった反射物質を水面に散布することによってホログラムを撮った。その結果は、黒鉛粉末で水面上に膜面を作った場合にのみ鮮明なホログラムが得られ、ナイロン粉末・銅粉・黒鉛粉末と銅粉の混ざったもので膜面を作った場合、及び水面の全反射を利用した場合には鮮明なものは得られなかった。黒鉛粉末では膜面が厚い場合も薄い場合も鮮明なものが得られた。

潮汐パターンが定常になってからの何周期目かでダブルパルスによって干渉縞を得るが、装置の関係で1回目のパルスを出した後、次の周期において必ずしも1回目のパルスを出した潮位の点の前後で2回目のパルスを出すことによって干渉縞を得る。

ホログラムを撮ったのは干潮時、漲潮時、満潮時、退潮時の4つのケースである。そのうちの1つのケースとして漲潮時の写真を示す。

水面上にトレーサーとして紙片を浮かべ、その動きを調べることによって模型水面での流向及び流速とホログラムの結果を検証した。また、先に行なった水平縮尺 $1/1000$ 鉛直縮尺 $1/100$ の模型実験ならび



に現地実測、数値計算の結果と比べると、ほぼ同様であると認められた。

2. ホログラムの解析方法

高潮の基礎方程式を用いた。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\text{grad. } M \quad (1)$$

$$M = Vh \quad (2)$$

ただし V : 流速 h : 水深

(1), (2) 式から

$$\Delta V = -\frac{\Delta \zeta}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta r}{h} \quad (3)$$

となる。

流線はホログラムから得た等変位線に直交し、 $\Delta \zeta$, Δr はホログラムから得られ、 Δt はパルス間隔である。

なお、水面上の膜面の変動は鉛直方向の成分のみをとっている。

ホログラムから得られた結果の例(漲潮時)を右図に示す。図中にはトレーサーによる実験及び水平縮尺 $1/1000$ 、鉛直縮尺 $1/100$ の模型実験の結果も示している。

3. 考察

解析の結果黒鉛粉末による膜面が厚い場合は水面形の変化を正確には再現せず、膜面が薄い場合にはかなり正確に再現している。

ホログラムから求めた流線の方向は、同一模型でトレーサーによる実験から求めた流向と一致している。

本実験では潮汐変動による水面の上下方向の変位をホログラムで測定しているために、不動点は模型水面上に存在しない。よってこのホログラムから解析し得る流速は相対速度である。得られた相対速度はトレーサーによる実験における結果と比べるとほぼ等しいかあるいは多少小さい値となっている。このことはパルスの時間間隔を起潮装置の水供給タンクの水位を読む方法によつたため生じる誤差と考えられる。今後時間間隔を正確に求められる方法を開発することによつてこの問題は解決されるものと考えられる。

あとがき

微小模型におけるホログラムによる解析はかなり有効な解析方法と考えられる。水面形の変化をより正確に再現するために黒鉛以外の粉末を捜すことによつてこの解析法がさらに有効なものになると考えられる。

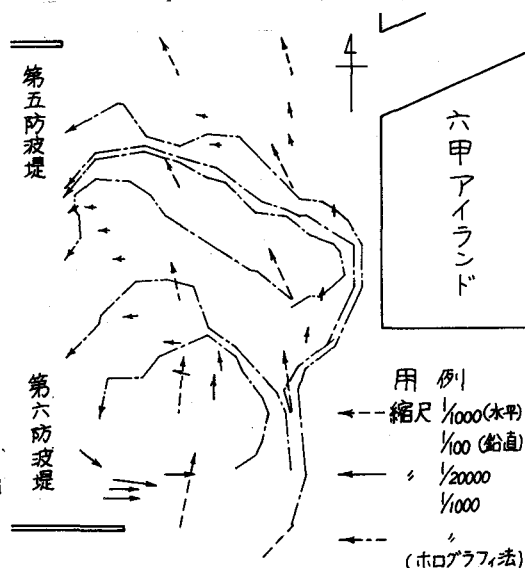


図-1 実験結果(漲潮時)