

空港建設工事に伴う濁り拡散予測と簡易予測モデルについて

関空国際空港株式会社 正員 白石 修章

養父 恒夫 山崎 泰弘

新日本気象海洋株式会社 細田 昌広

1. はじめに

関西国際空港の2期建設工事は大阪湾の海域を埋め立てることにより行われるため、工事に伴う濁りの拡散に留意する必要がある。事業に係る環境アセスメント¹⁾では空港の建設工事が環境に及ぼす影響の1項目として、濁りの予測を行った。予測は流動モデル、沈降拡散モデルを用いた数値計算で、取扱いは簡単とはいえない。そこで、日々の工事の実施において事前に濁り拡散範囲を迅速に予測し、海域環境モニタリングに活用できるパソコンを用いた簡易モデルを構築した。

2. 予測モデル

(1) 流動場の設定

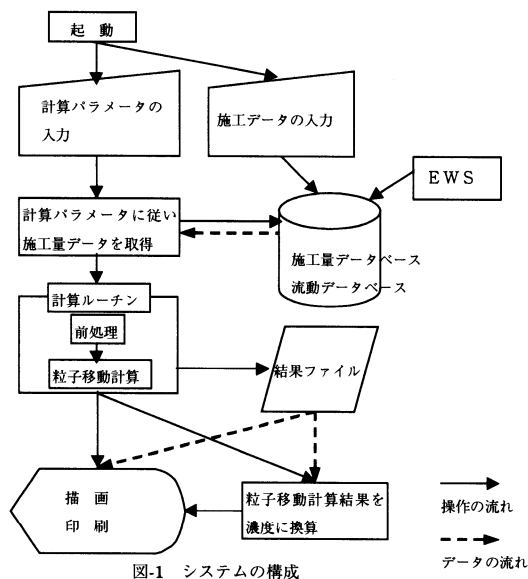


図-1 に示したように簡易予測モデルでは、予め EWS で計算された流れの結果をデータベース化して時々刻々の流動場を再合成して、これに濁りを想定した粒子を投入して追跡計算する手法を採用した。粒子の鉛直方向の移動は海水の鉛直流、および粒子自身の沈降を考慮した。一方、水平方向の移動は海水流動の移流によるものとし、ここでは海域の流動を潮流、恒流、吹送流の成分が重なったものとして捉えた。すなわち、

$$V = V_t + V_k + V_w \quad (1)$$

ここで、 V : 合成流（海域の流れ）、 v_t : 潮流、 v_k : 恒流、 v_w : 吹送流である。したがって、海域の流れの予測は、これら要因別の流れをまず EWS により 4 層レベルモデルを用い予測しデータベース化した。すなわち計算結果を各格子毎に、潮流は主要 4 分潮（ O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2 分潮）の調和定数として、また恒流であれば一定値として格納し、パソコン上で任意に合成する方法とした。なお、吹送流に関しては以下の畳み込み方式とした。

$$V_w(t) = \int_0^{\infty} W(\tau) h_u(t-\tau) d\tau \quad (2)$$

ここで、 W : 風速、 h_u : 風に対する流れの応答関数である。

(2) 濁り拡散

工事により発生した濁りは粒子の集合体であると仮定し、ある時刻 $n(x^n, y^n, z^n)$ に存在した粒子の Δt 時間後の位置 $(x^{n+1}, y^{n+1}, z^{n+1})$ を以下の式より求めた²⁾。

$$x^{n+1} = x^n + u(x^n, y^n, z^n) \Delta t + \frac{\partial u}{\partial x} u(x^n, y^n, z^n) \Delta t^2 + \frac{\partial u}{\partial y} v(x^n, y^n, z^n) \Delta t^2 + \frac{\partial u}{\partial z} w(x^n, y^n, z^n) \Delta t^2 + R_x \quad (3)$$

$$y^{n+1} = y^n + v(x^n, y^n, z^n) \Delta t + \frac{\partial v}{\partial x} u(x^n, y^n, z^n) \Delta t^2 + \frac{\partial v}{\partial y} v(x^n, y^n, z^n) \Delta t^2 + \frac{\partial v}{\partial z} w(x^n, y^n, z^n) \Delta t^2 + R_y \quad (4)$$

$$z^{n+1} = z^n + (w(x^n, y^n, z^n) + w_s) \Delta t + \frac{\partial w}{\partial x} u(x^n, y^n, z^n) \Delta t^2 + \frac{\partial w}{\partial y} v(x^n, y^n, z^n) \Delta t^2 + \frac{\partial w}{\partial z} w(x^n, y^n, z^n) \Delta t^2 + R_z \quad (5)$$

ここで u, v, w は x, y, z 方向の流速、 w_s は沈降速度 R_x, R_y, R_z は乱れによる粒子の移動距離で、分散

係数 D_x 、 D_y 、 D_z 、および平均 0、標準偏差 1.0 の正規乱数 r_x 、 r_y 、 r_z から以下のとおりとした。

$$R_x = r_x(2\Delta t D_x)^{1/2}, R_y = r_y(2\Delta t D_y)^{1/2}, R_z = r_z(2\Delta t D_z)^{1/2} \quad (6)$$

モデルでは 3 種類の沈降速度を持つ粒子を考慮し、施工量に応じた粒子の数を投入した。

3. 流動場の再現性

モデルで求められる流動場の再現性を検討するために、空港の南西沖側約 500m に設置されている MT 局で、1998 年 5 月 1 日から 16 日にかけて観測された流れおよび潮位をモデルによる予測値と比較した。図-3,4 に比較結果を示す。これらによると、予測値の流れは東方成分、北方成分とも観測値の結果をほぼ再現している。また、潮位に関しても観測値にみられるような大潮、小潮のパターンが再現されており、モデルによる流動場の再現性は良好であることが分かる。

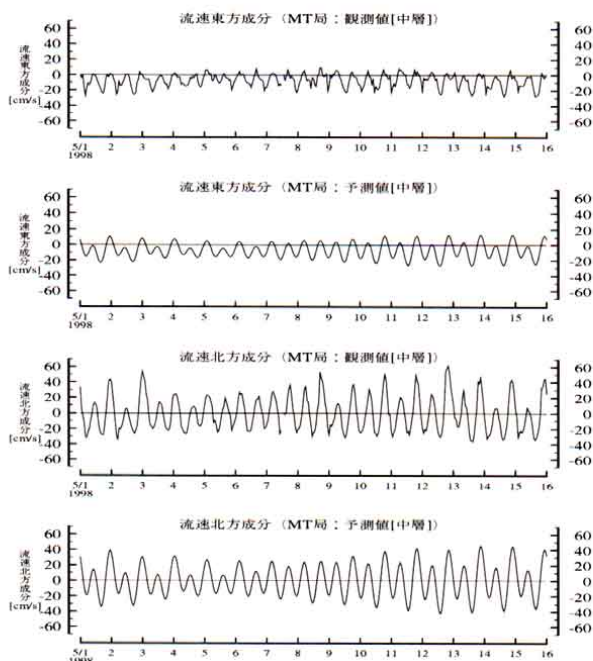


図-3 MT 局における流速比較

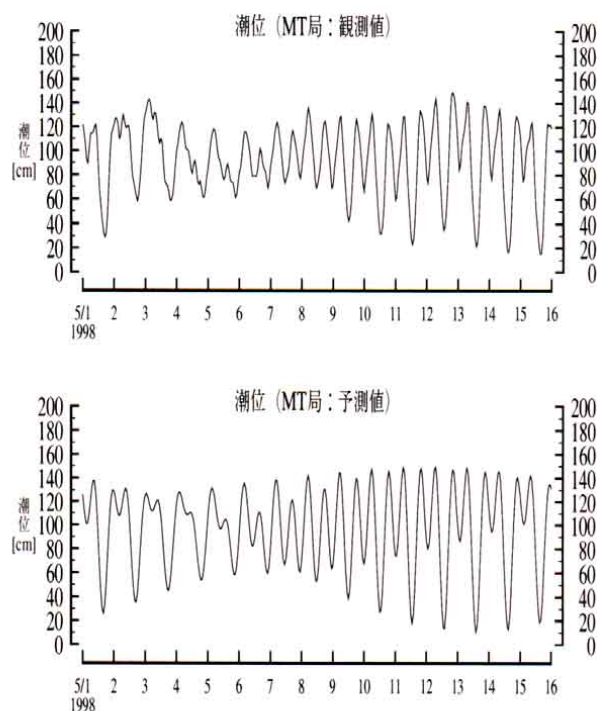


図-4 MT 局における潮位比較

4. 結果の表示

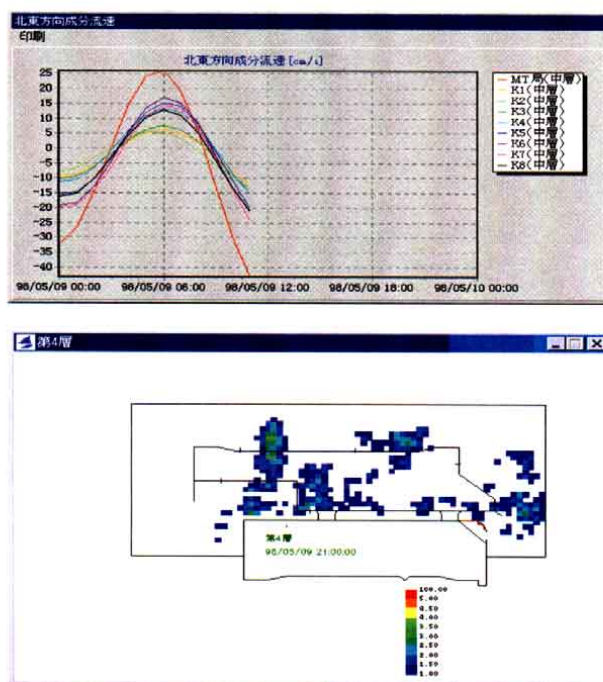


図-5 に本モデルの表示例を示す。図のように本モデルは濁りの分布を示すとともに、任意点の濃度経時変化を示すことができる。したがって環境モニタリングポイントにおける工事の影響を迅速に予測することができ、このシステムは取り扱いが簡易なため、日々の水質監視に有効な道具となり得ることが示唆された。

<引用文献>

- 1) 関西国際空港株式会社：関西国際空港 2 期工事に係る環境影響評価書、1998.
- 2) 柳哲雄：沿岸海洋学、恒星社厚生閣、131-133、1994.

図-5 モデルの表示例