

台風に伴う気圧場の逆解析および風速場のモデルの検討

An Invers Analysis on the Pressure Field and A Study on Wind Field Model for Typhoon

松井正宏*, 孟岩*, 日比一喜**

Masahiro MATSUI, Yan MENG and Kazuki HIBI

1. はじめに

構造物の耐風設計の基準風速の評価をする際に、強風の支配要因である台風をモデル化してシミュレーションを行なうことがある。ここでは、シミュレーションに際して用いられる気圧場のモデルのパラメータ、台風の風速場のモデルについて検討した。

2. 気圧場のモデルとパラメータの同定

光田ら⁽¹⁾により台風の気圧場のモデルとしてSchloemerの式(1)が良く適合することが示されている。

$$p = p_c + dp \exp(-r/r_m) \quad (1)$$

ここで、 p_c : 中心気圧, dp : 中心気圧低下量($=p_{\infty} - p_c$, p_{∞} =周辺気圧), r_m : 最大旋衝風速半径, r : 台風中心からの距離($=r(Nc, Ec)$, Nc, Ec : 台風中心位置)

最小二乗法により観測資料から式(1)のパラメータ(p_c, dp, r_m, Nc, Ec)を求める場合、観測点の分布と台風中心の位置関係がパラメータの推定精度に影響を与えることが考えられる。ここでは、3通りの方法により上記パラメータの推定を行なった。

CASE-1. 推定パラメータ $r_m, p_c, dp, (Nc, Ec)$ は固定

CASE-2. 推定パラメータ $dp, r_m, p_c, (Nc, Ec)$ は固定

CASE-3. 推定パラメータ $p_c, dp, r_m, (Nc, Ec)$.

p_c, Nc, Ec の初期値は気象庁気象要覧⁽²⁾による値および時刻に対する線形補間値とした。また、最小二乗法の際、式(2)に示す関数 $w(r/r_m)$ で台風中心に近い観測値ほど大きな重み付けをした。

$$w(r/r_m) = 1/(r/r_m + 1) \quad (2)$$

Fig-1(a)-(f)に台風9117号および台風9119号に対する推定結果を示した。CASE-1とCASE-3の結果から台風中心の推定精度について考察する。台風9117号は中心が九州、および山陰地方に上陸しており、台風9119号に比べ中心に近い観測点が多い。中心位置の推定結果を見ると気象庁発表の位置とはほぼ同じ位置である。これに対し、台風9119号は中心が一度九州に上陸するものの日本海に通り抜けており、台風9117号に比べ中心に近い観測点が少ないために推定された中心位置はばらついている。次に台風位置を気象庁発表位置に固定し、気圧低下量を気象庁発表の中心気圧から計算される値に固定した場合の影響を調べた。CASE-1とCASE-2ではほぼ同じ dp および r_m の推定値が得られたことから、中心気圧低下量は気象庁発表の中心気圧から求めた値を用いることができることがわかる。

3. 台風モデルの比較

3.1 台風9119号に対する計算結果の比較

藤井・他⁽³⁾はBlatonの公式に基づき傾度風近似した台風

の上空風速を求めている(Model-1)。また孟・他⁽⁴⁾は鉛直方向の渦粘性係数と地形効果を含む地表面粗度を考慮したモデルを示した(Model-2)。ここではこれらのモデルを用い、上記で求めたパラメータから東京気象台における風向、風速を計算した(Fig-2(a))。同図中には東京気象台観測値(1時間毎の10分平均値)を併記した。Model-1で地上風を求める際の、上空風と地上風の関係は文献^{(3),(5)}をもとにTable-1に示す式および数値を用いた。Model-2に対する相当粗度 z_0 は1.0が最も観測値とよく対応した。Fig-2で、観測値は台風の接近と共に風速が増加し、遠ざかるに連れて減少するが、滑らかではなく1~2(m/s)の変動を有する。両モデルによる計算結果は観測値とよく対応している。Fig-2(b)に風速がほぼ最大となる9/28 2:00の台風中心と東京の間の風速の分布を示す。台風中心から東京までの距離は485.1kmである。Model-1では式(3)の台風中心付近での関数形を反映して両モデルの差異が大きい。

3.2 両モデルの特徴と比較

上記のモデルの特徴を把握するために、以下のパラメータでケーススタディを行なった。計算パラメータのセットをTable-2に示す。同表に示す以外の条件は上記の東京気象台に対して行なった計算と同じものを用いた。Fig-3(a)-(b)に計算結果を示す。これらの図は上空風(FFW)および地上風(V_s)の進行方向に対して左右90°の風速分布を示している。左右最大風速の差は、 FFW では台風の移動速度に等しい。地上風はModel-1では式(3)の関数形を反映して、中央付近で風速が卓越する分布になっている。このため、移動速度の速いRUN-2ではModel-1の左右の最大風速の差は30m/s以上になっている。式(3)により上空風(FFW)を地上風に換算するときは中心付近の特性を注意深く決定する必要があると思われる。

両モデルの地上風速は最大旋衝風速半径以上ではほぼ一致する。

4. まとめ

・台風気圧場のパラメータの同定を行なった。台風中心と観測点分布の位置関係によっては、気象庁発表の値を使用すべきである。

・光田・藤井の台風モデルと孟・他の台風モデルを比較した。上空風から地上風への変換について、孟・他のモデルは経験的な関係式を必要とせず対象地点の相当粗度(風向毎に設定することができる)のみで表わすことができる。

構造物の耐風設計用基準風速の評価のため、台風に関するパラメータの評価、シミュレーションモデルの検討を行なった。今後は、観測資料などからモデルの妥当性の検証

* 清水建設(株) 技術研究所 研究員

** 清水建設(株) 技術研究所 主任研究員

を行ない、これらの情報を踏まえ強風の確率分布の計算を行なう予定である。

参考文献

- (1)光田, 藤井, 川平: 被害台風のモデル化について (2), 京大防災研年報, 1975
- (2)気象要覧1992年9月, 気象庁
- (3)藤井, 光田: 台風の確率モデルの作成とそれによる強風のシミュレーション, 京大防災研年報, 1986
- (4)孟, 松井, 日比: 台風に伴う強風場についての理論解析, 風工学会年次講演会, 1993 (投稿中)
- (5)建築物荷重指針・同解説, 日本建築学会, 1981
- (6)光田・藤井・川平: 移動する台風の気圧場から求めた傾度風と実測風との比較, 京大防災研年報, 1980

Table-1 Relationship among FFW, V_{s0} and V_s on Model-1

$$V_{s0}/FFW = G(x)$$

$$= G(\infty) + (G(xp) - G(\infty))(x/xp)^{k-1} \exp\left\{\frac{1-1/k}{k} [1 - (x/xp)^k]\right\} \quad (3)$$

where $G(\infty)=0.5$, $G(xp)=1.1$, $xp=0.5$, $k=2.5$

$$V_s(z) = E^{IV}(z)/E^I(10) \cdot V_{s0} \quad (4)$$

where $E^{IV}(74.6)=0.95$, $E^I(10)=1.2$

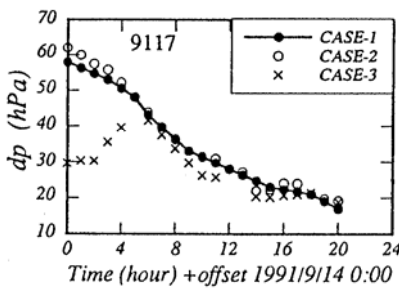


Fig-1 (a) Estimated Parameter dp for T9117

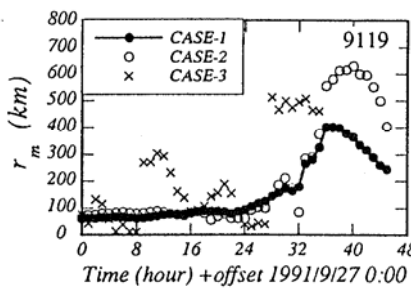


Fig-1 (d) Estimated Parameter dp for T9119

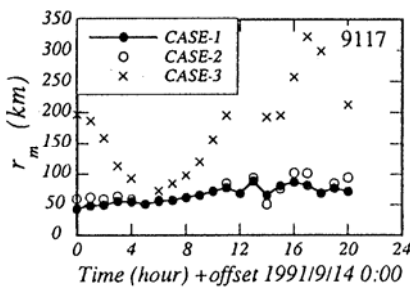


Fig-1 (b) Estimated Parameter r_m for T9117

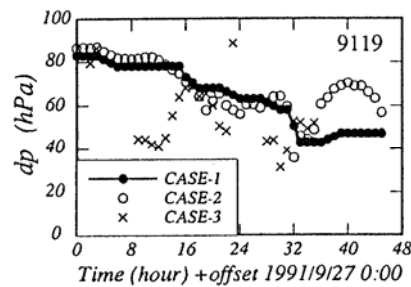


Fig-1 (e) Estimated Parameter r_m for T9119

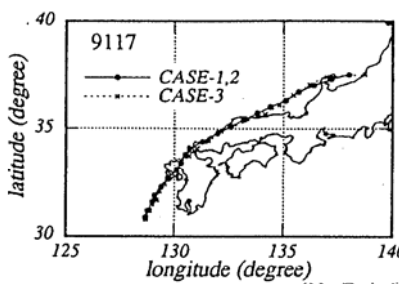


Fig-1 (c) Estimated Parameter (N_c, E_c) for T9117

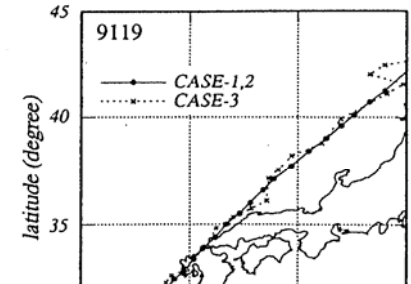


Fig-1 (f) Estimated Parameter (N_c, E_c) for T9119

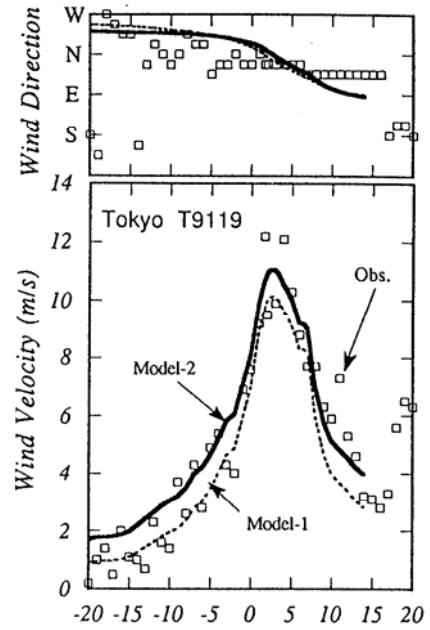


Fig-2(a) Simulated Wind Velocity for T9119 in Tokyo

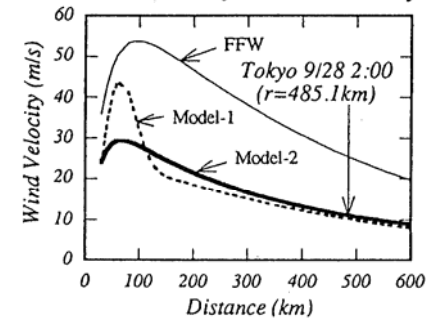


Fig-2(b) Wind Velocity distribution for T9119 include the typhoon center and Tokyo

Table-2 Model Parameters for the simulation

	dp (hPa)	r_m (km)	c (m/s)
RUN-1	60	100	10
RUN-2	60	100	40

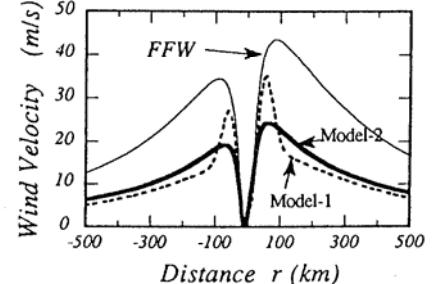


Fig-3 (a) Typhoon Wind Velocity for the Case "RUN-1" at table-2

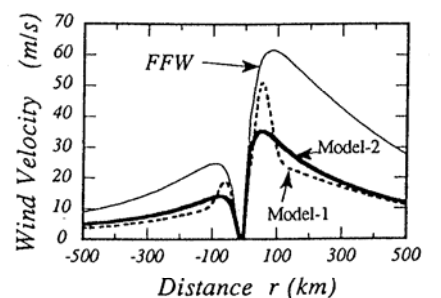


Fig-3 (b) Typhoon Wind Velocity for the Case "RUN-2" at table-2