

羽田空港 D 滑走路建設工事における長期圧密沈下予測結果の 10 年後検証

若築建設 正会員 ○水野健太

国土交通省 関東地方整備局 東京空港整備事務所 能登谷 健一 山田崇人

五洋建設 正会員 青木康哲 みらい建設工業正会員 山本隆信 東亜建設工業 正会員 高橋 充

1. はじめに

羽田空港 D 滑走路(長さ 2,500m, 幅 60m, 以下, D 滑走路と略す)の建設工事では, 埋立によって生じる軟弱粘性土の圧密沈下量を精度良く予測できる圧密沈下予測・管理システム(以下, HASP)を開発し, 護岸部および埋立部の沈下管理を行うとともに, 供用開始 100 年後までの圧密沈下量の予測計算結果に基づき埋立部の最終天端高さを設定する際の上げ越し量を決定した¹⁾. 2010 年 10 月 21 日の D 滑走路供用開始後は, 維持管理等工事の請負 JV が施工中の動態観測機器を引き継ぎ, 維持管理マニュアルに基づいて残留沈下量や沈下速度の確認を継続的に実施してきた. 本稿では, 供用開始後 10 年を一つの節目として, 維持管理期間中の動態観測, 供用開始後 10 年までの実測値と予測値の比較, 圧密の進行速度に関する現状の分析結果について報告する.

2. 長期圧密沈下予測結果の検証

2.1 維持管理期間中の動態観測

D 滑走路は供用開始後の残留沈下量を許容した設計を行っている. 基盤施設の維持管理計画では予測沈下量と実測沈下量の比較検証を絶えず行い, この結果に基づいて, 基盤施設の段差や勾配変化を補修する時期・回数を必要に応じて見直すこととしている²⁾. 残留沈下量の計測には, 施工時に使用した動態観測機器の中で維持管理上有用と判断されるものを選定し引き継いでいる. 維持管理期間中の動態観測機器の一覧を表-1, 平面配置図を図-1 に示す. 本稿で扱う検証データは, 表-1 に示す護岸部(低置換率サンドコンパクションパイル改良部) 5 か所と埋立部(サンドドレーン改良部) 3 か所が対象であり, 複雑な断面構造を有する接続部は検証対象としていない.

2.2 護岸部

護岸部 5 か所における検討対象のうち, E7-J, W2-B および W13-B について, 実測沈下量と予測沈下量の比較結果を図-2 に示す. 図示していない 2 か所を含め, 5 か所の計測位置すべてにおいて, 実測沈下量と予測沈下量は非常に良く一致している. 2020 年時点(2020.2.25)の沈下量は, 進入灯側(図-1 左側)が 4.0m 程度, 接続部側(図-1 右側)が 3.0m 程度, その間は 3.0m~3.5m の範囲で分布しており, 2009 年 9 月予測時の分布傾向とも概ね一致している. 以上のことから, 低置換率サンドコンパクション改良部の沈下予測モデルや施工中に同定した沈下低減係数 β ($=0.357\sim0.769$, 応力分担比 $n=2\sim7$, 改良率 $a_s=0.3$) は概ね妥当であったと評価できる.

キーワード: 圧密沈下, 沈下予測, 圧密速度
連絡先: 〒299-0268 千葉県袖ヶ浦市南袖 31 番地 若築建設(株) 技術研究所 (Tel)0438-38-4601

表-1 維持期間中の動態観測機器(接続部除く)

分類	機器種類	数量	計測位置
護岸部	CB 沈下板	5	W2-B, W7-B, W13-B, E7-J, E15-J
埋立部	CB 沈下板	3	W2-D, W7-D, W13-D
	層別沈下計	2	W2-D, W13-D

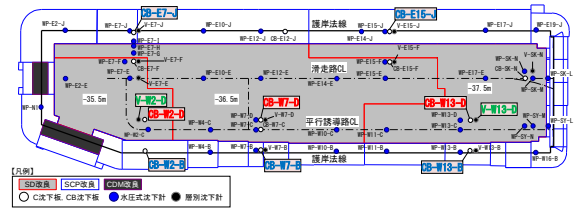


図-1 動態観測機器の平面配置図

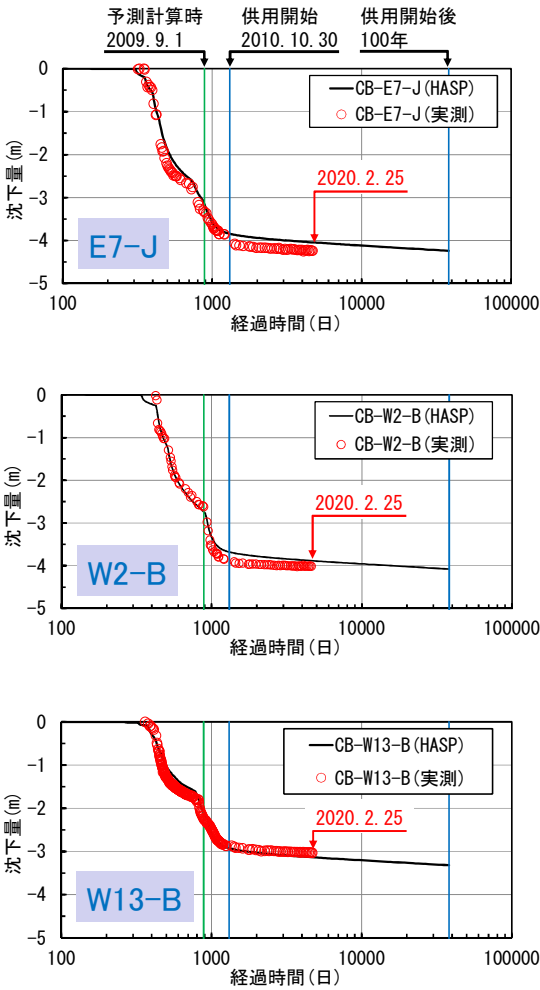


図-2 護岸部の実測沈下量と HASP 予測沈下量の比較

2.3 埋立部

埋立部における実測沈下量と予測沈下量の比較結果を図-3に示す。空港島中央部の W7-D および接続部側の W13-D は、施工中から供用開始時（2010 年 10 月末）にかけて実測沈下量と HASP 予測値は概ね一致しているが、供用開始以後は実測の沈下速度が HASP 予測値よりも小さい傾向にあり、2020 年時点（2020.2.25）において 30cm～60cm 程度の沈下差が生じている。一方、進入灯側の W2-D は、2009 年 9 月の予測計算時以降、実測沈下量が HASP 予測値を上回る傾向で推移しており、2020 年時点で 1.0m 程度の沈下差が生じている。埋立部の検証箇所は3か所と少ないが、全体傾向としては、HASP 予測値は実測値と概ね対応していると評価できる。

実測沈下量が HASP 予測沈下量を上回った W2-D に関しては、予測時の最終沈下量が 6.5m～7.0m のエリアであり、7.0m を超えるものではなかった。また、維持管理期間中の滑走路舗装面に対する水準測量結果からも、23 側滑走路端部付近において実測沈下量が HASP 予測沈下量を上回る傾向が確認されている。すなわち、実測沈下量が予測沈下量を上回る傾向を示しているのは、進入灯側の限られたエリアである。この沈下量不一致の要因の一つとして、このエリアに堆積する洪積粘土層（③-2 高 Cc 層）の存在が考えられている。③-2 高 Cc 層は、層厚が最大 8m 程度と厚く、圧縮指数についても浅部の沖積粘土層（①-C-1 層）と同じ値（ $C_c=1.41$ ）を設定するなど、圧縮性の高い洪積粘土層である。

今回の検証作業は、実測沈下量と予測沈下量の整合性に関する現状分析に留まり、逆解析等による沈下量不一致の要因分析を実施するには至っておらず、今後の検討課題である。

3. 圧密の進行速度に関する考察

供用開始後の圧密進行度の検証として、沈下速度について考察する。本考察では、HASP 予測値および実測値に対し、次式で定義する沈下速度を計算した。

$$\text{沈下速度} = \Delta S / \Delta t = (S_{n+1} - S_n) / (t_{n+1} - t_n)$$

ここで、 ΔS は期間沈下量、 Δt は期間、 S_n は任意時点 n における沈下量、 t_n は任意時点 n における経過時間で、沈下速度の単位は mm/day である。計算結果の一例を図-4に示す。図には移動平均（5 区間）を取った沈下速度を赤実線で併記している。実測沈下量が HASP 沈下量を上回っていた W2-D に関しては、供用開始 10 年が経過した時点（4,700 日）において、沈下がほぼ収束している状況を読み取れる。HASP 予測値と同様の沈下速度で実測沈下が継続していれば、23 側滑走路端部は総沈下量が HASP 予測沈下量よりも大きい分、100 年後には滑走路高さ不足が生じ、要求性能を確保できないことになるが、現段階においては、実測沈下量がほぼ収束していると判断できるため、維持管理計画の大幅な見直しは必要ない状況と考えられる。

参考文献

- 1) 水野ら：羽田空港 D 滑走路建設工事における長期的な圧密沈下予測について，第 9 回地盤改良シンポジウム論文集，pp.351-356，2010。
- 2) 野口ら：羽田空港 D 滑走路の設計，土木学会論文集 C（地圏工学），Vol.68，No.1，pp.150-162，2012。

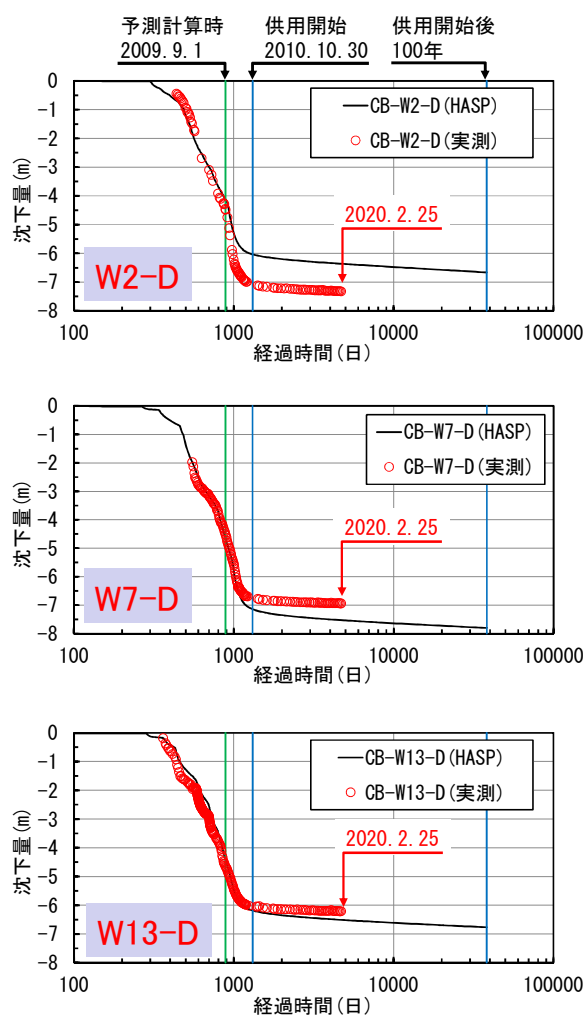


図-3 埋立部の実測沈下量と HASP 予測沈下量の比較

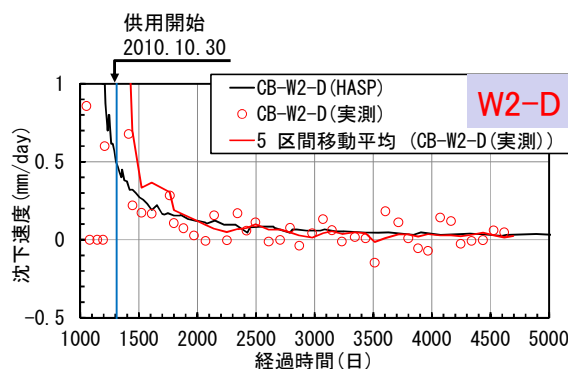


図-4 供用開始後の沈下速度（埋立部：W2-D）