

羽田空港 D 滑走路の東北地方太平洋沖地震時における高盛土部の検証

みらい建設工業（株） 正会員 ○山本 隆信

国土交通省関東地方整備局 東京空港整備事務所 非会員 能登谷 健一

国土交通省関東地方整備局 東京空港整備事務所 正会員 山田 崇人

五洋建設（株） 正会員 青木 康哲

東洋建設（株） 正会員 小倉 勝利

若築建設（株） 正会員 水野 健太

東亜建設工業（株） 正会員 高橋 充

1. 目的

羽田D滑走路の埋立部では、海水面以深の埋立を水中への直投により造成し、さらに揚土1の施工までは締固めをしない設計であった。また、運用上重要度の高い滑走路及び誘導路部で、排水性の高い岩ずりを非液状化材として使用しているが、この岩ずりも必要検討高さから水中への直投で行われており、地震時のくり返しせん断を受けることによる沈下の可能性が予測された。図1に羽田D滑走路埋立部の概略断面図を示す。

本技術検証では、東北地方太平洋沖地震を経験した、羽田D滑走路の高盛土部における、観測データによる沈下状況と観測地震動を用いたFLIP解析を基に、建設当時の検討の妥当性について検証した。

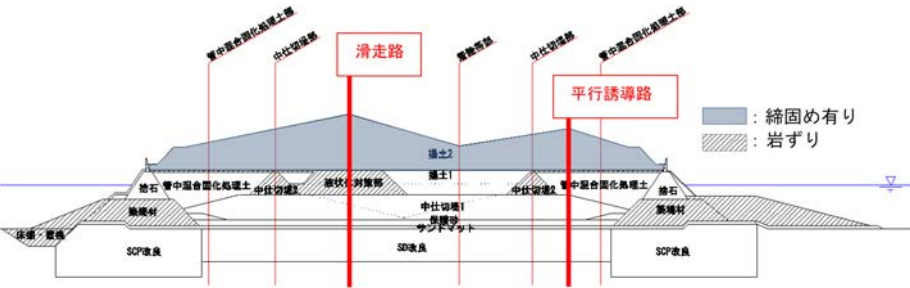


図1 羽田D滑走路埋立部の概略断面図

2. 東北地方太平洋沖地震時のD滑走路における観測地震動

図2に、設計時における工学的基盤面での地震波形(L1及びL2)および、東北地方太平洋沖地震時における羽田地域での工学的基盤面での地震波形を示す。

東北地方太平洋沖地震時における工学的基盤面での地震波加速度は、最大加速度で63.6galと小さいが、地震の継続時間はL2のシナリオ地震よりも長いものであった。各地震波の速度のPSI値を表1に示すが、東北地方太平洋沖地震時の地震波形の速度のPSI値は46.46cm/s^{1/2}であり、L1地震動の0.72倍であった。

表1 各地震動の速度のPSI値

地震動	速度のPSI値 (cm/s ^{1/2})
L1地震動 八戸波	64.09
L2地震動 シナリオ波・滑走路直角	148.84
東北地方太平洋沖地震・滑走路直角	46.46

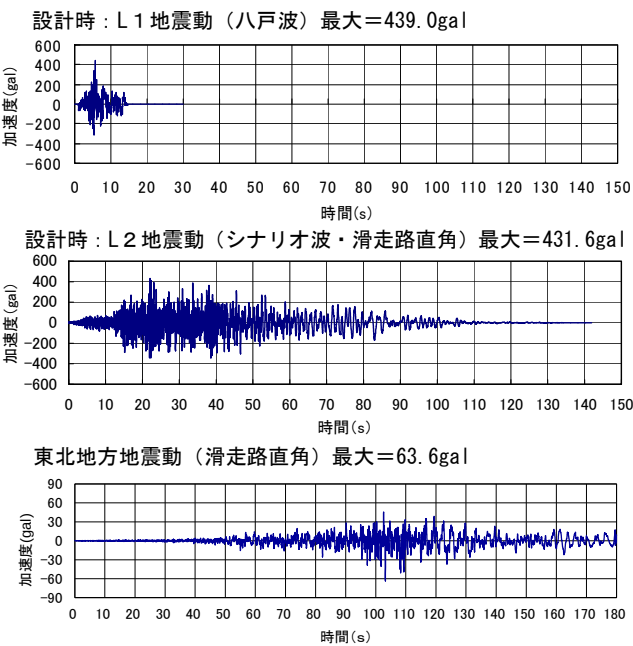


図2 地震波形（工学的基盤面）

キーワード 羽田空港 D 滑走路，東北地方太平洋沖地震時，地盤沈下，高盛土，岩ずり，FLIP

連絡先 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-105 東洋建設（株）土木事業部土木技術部 TEL 03-6361-5464
〒106-0014 東京都港区芝 4-6-12 みらい建設工業（株）技術本部技術部 TEL 03-6436-3719

3. 東北地方太平洋沖地震時の沈下状況

図3に沈下量確認位置を、図4に滑走路および誘導路の代表的な沈下量の経時変化を示す。

滑走路地点では、地震時の沈下量にのみ着目すると、大きな沈下はみられない。地震前後の計測における沈下速度をそのまま地震時に当てはめ、地震時に盛土材の体積圧縮による沈下が発生していたとしても、沈下量は5cm程度であった。

平行誘導路については、CB沈下板により現地盤（空港島下面）の沈下データが観測されている。地震前後の沈下速度は、平行誘導路上と現地盤で同じであるが、全沈下量は5cm程度の差が確認できる。このため、地震時に盛土材の体積圧縮により、5cm程度の沈下が発生していた可能性がある。また、地震前後の計測における沈下速度をそのまま地震時に当てはめた場合でも、盛土材の体積圧縮による沈下量は11～13cm程度であった。

4. FLIP 解析による検証

各地震動に対する、沈下量の算定結果を表2に示す。なお、沈下予測に用いた最大せん断ひずみと体積ひずみの関係は、山砂層は石原らによる関係¹⁾を、岩ずりは振動台実験により得られた関係を用いた。東北地方太平洋沖地震によるFLIP

解析による沈下量は、滑走路CLで4.4cm、平行誘導路CLで2.9cmと顕著な沈下量は算定されていない。平行誘導路CLにおいて、L1、L2地震に対して東北地方太平洋

沖地震による沈下量の比率が小さいのは、東北地方太平洋沖地震の入力加速度が小さく、護岸近傍の変形が小さいためと考えられる。東北地方太平洋沖地震による実際の沈下量については、水準測量からは明確な数値は得られなかったものの、大きな沈下は確認されてなく、FLIP解析から求めた沈下量と同程度の値であった。

5. 検証結果

以下に、検討結果の概要をまとめる。

- 1) 東北地方太平洋沖地震時のD滑走路観測地震動は、設計波と速度のPSI値で比較すると設計時に想定されたL1地震動に比較して加速度は小さいが、7割以上のエネルギーに達していた。
- 2) 東北地方太平洋沖地震時の沈下量は、地震直後の明確な沈下量は確認されなかったが、圧密沈下の理論沈下量や原地盤の沈下を捉えているCB沈下板の結果から、東北地方太平洋沖地震時には0～数cm程度の沈下量であり、非液状化材として利用した岩ずりなど大きな沈下がなかった事が確認できた。
- 3) FLIP解析による沈下量は、実測された沈下量と同レベルであり、推定は可能であると考えられる。

参考文献

1) 石原研而, 吉嶺充俊: 地震時の液状化に伴う砂地盤の沈下量予測, 第26回土質工学研究発表会, No.292, pp.767-770, 1991.7.

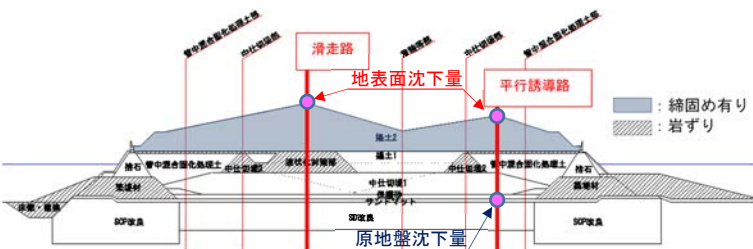


図3 沈下量確認位置（概略断面）

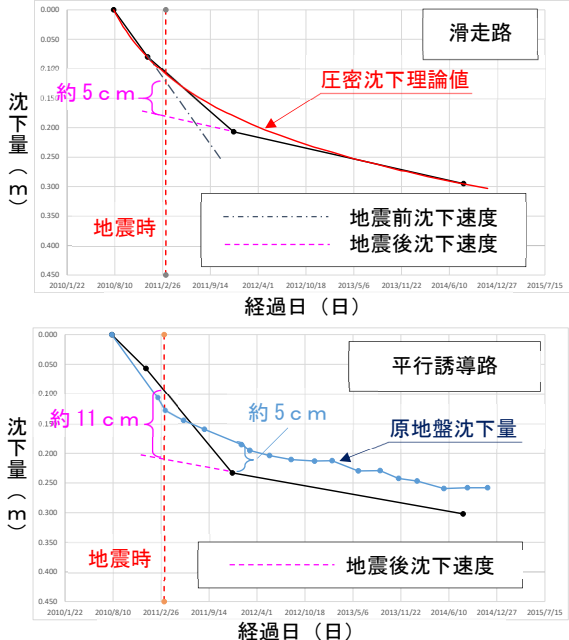


図4 代表的な沈下量の経時変

表2 沈下量の比較

滑走路CL						平行誘導路CL					
盛土名	層厚 (m)	沈下量 (c m)				盛土名	層厚 (m)	沈下量 (c m)			
		東北地震		レベル1 八戸	レベル2 シナリオ			東北地震		レベル1 八戸	レベル2 シナリオ
		解析	実際					解析	実際		
舗装	2.00	0.0	－	0.0	0.0	舗装	2.00	0.0	－	0.0	0.0
埋立土（締固め有）	14.50	0.0	－	0.0	0.0	埋立土（締固め有）	13.31	0.0	－	0.0	0.0
非液状化材（岩ずり）	6.80	0.7	－	2.0	6.8	非液状化材（岩ずり）	1.00	0.1	－	0.2	1.1
埋立土（締固め無）	8.60	1.7	－	2.6	30.1	固化処理土	9.94	0.0	－	0.0	0.0
中仕切り堤1（締固め無）	6.10	1.2	－	1.8	12.2	中仕切り堤1（締固め無）	10.04	2.0	－	6.0	27.1
保護砂（締固め無）	2.50	0.5	－	0.8	5.3	保護砂（締固め無）	2.50	0.5	－	1.8	7.8
サンドマット（締固め無）	1.50	0.3	－	0.5	2.7	サンドマット（締固め無）	1.50	0.3	－	1.1	5.3
合計	25.50	4.4	0.0～7.0	7.7	57.1	合計	24.98	2.9	5.0～13.0	9.0	41.2