

地震観測に基づく羽田空港D滑走路の東日本太平洋沖地震時の挙動（その1）

－3.11 地震の観測記録の概要と設計値との比較－

鹿島建設(株) 正会員 ○新原雄二 平佐健一 渡部知治
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 正会員 山田崇人
港湾空港技術研究所 正会員 野津 厚

1. はじめに

羽田空港D滑走路では地震時の挙動の把握や地震後の運航可否の判断を目的として、地震計（加速度計）やGPS 変位計による強震観測が行われている．2010 年 10 月の供用開始から 5 か月後の 2011 年 3 月 11 日に東北地方太平洋沖地震（以下，3.11 地震と略す）が発生し，D滑走路においても観測記録を得ることができた．本論文では 3.11 地震におけるD滑走路の観測記録の概要，ならびに設計値と比較した結果について報告する．

2. D滑走路の耐震設計と地震観測の概要

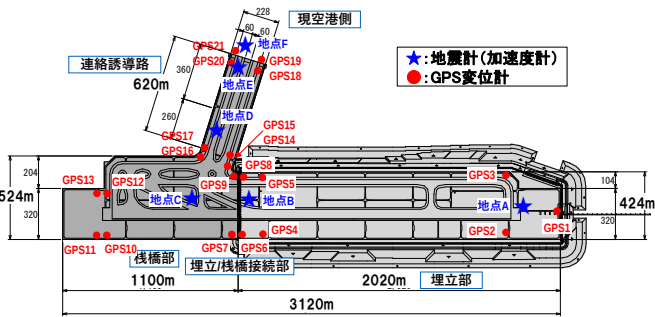
D滑走路の耐震設計における要求性能は，レベル1 地震動に対しては軽微な被害程度とし，地震後速やかに空港再開を可能とするための強度・安定性を確保すること，レベル2 地震動に対しては一定の被害は許容するが落橋等の構造物の崩壊を発生させず，復旧が可能なレベルの被害にとどめることとされていた．

D滑走路では供用開始後の維持管理のため図－1 に示す 6 カ所の加速度計（地点 A～地点 F）と 21 カ所の GPS 変位計（GPS1～GPS21）が地表面に設置されている．なお，現空港のA滑走路付近にも地震計が 8 カ所に設置されており，工学的基盤（GL-82.5m）の観測も行われている．

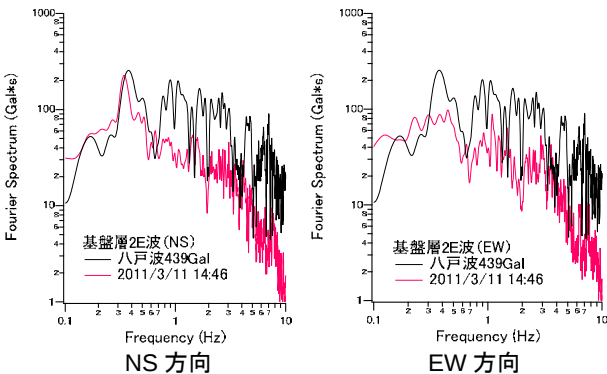
3. 3.11 地震時のD滑走路の観測記録

A滑走路の工学的基盤で観測された 2E 波のスペクトル（赤線）を図－2 に示す．図－2 にはD滑走路の設計に用いたレベル1 地震動・八戸波（補正最大基盤加速度 439Gal）（以下，八戸波 439Gal と称す）のスペクトル（黒線）も併せて示している．3.11 地震における基盤波は周波数の高い領域では八戸波 439Gal を下回っているものの，特に NS 波については周期 2 秒程度以上の長周期成分においては設計に用いたレベル1 地震動とほぼ同等の地震動であった．

気象庁が発表した 3.11 地震による羽田空港の震度は 5 弱(4.8)であった．D滑走路に設置された地震計から得られた震度を表-1 に，加速度計と GPS 変位計で得られた観測波形の一例を図－3 と図－4 示す．地盤上に設置された地震計（地点 A,B,F）で計測された震度は気象庁発表の震度とほぼ一致しているが，構造物上に設置された地震計（地点 C,D,E）では震度 6 弱～5 強を記録した．3.11 地震では継続時間の長い地震動が観測され，計測終了の 360 秒時点においても振動が完全には収束しておらず，長時間に渡って構造物に地震荷重が繰り返し作用していたことがわかる．



図－1 D滑走路における地震観測



図－2 A滑走路で観測された工学的基盤(2E 波)の加速度スペクトル

表－1 D滑走路における 3.11 地震の震度

地点 A 埋立部	地点 B 接続部	地点 C 橋脚部	連絡誘導路		地点 F 現空港側
			地点 D (橋梁部)	地点 E (橋脚部)	
4.6	4.8	5.5	5.5	5.2	4.6

キーワード 羽田空港D滑走路，東北地方太平洋沖地震，地震観測，耐震設計，緊急点検
連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL 03-6229-6605

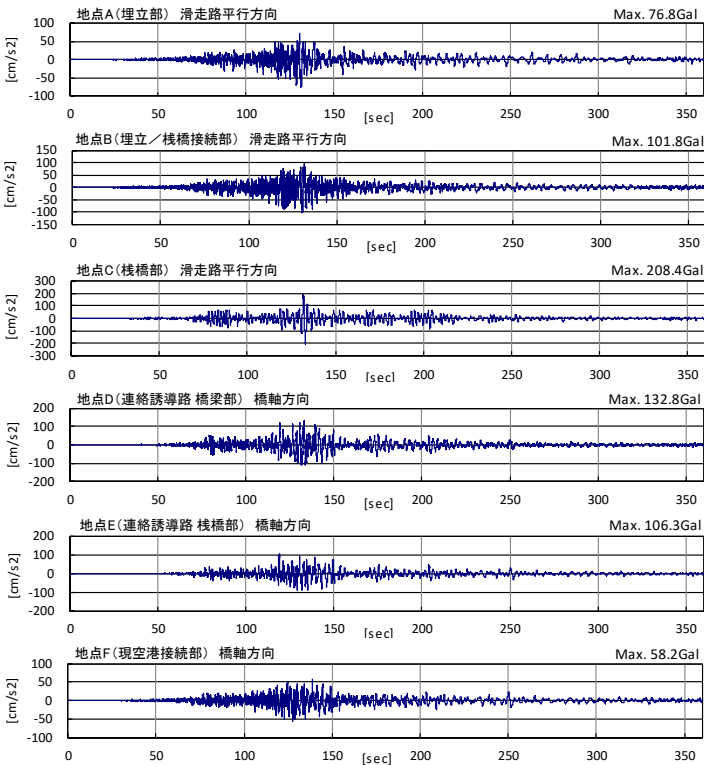


図-3 D滑走路で観測された加速度波形

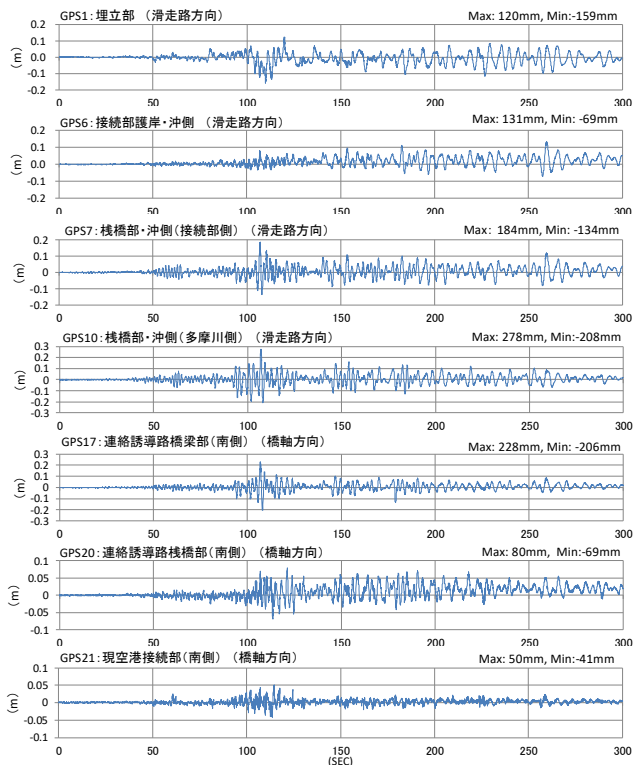


図-4 D滑走路で観測された変位波形

4. レベル1地震による設計値との比較

レベル1地震による各構造物の最大加速度の設計値と3.11地震で観測された最大加速度を表-2に示す。観測された最大加速度はレベル1地震の設計値よりも小さいものであったが、棧橋部では設計値の0.84倍の加速度を記録し、レベル1地震に近いものであった。

5. 3.11地震発生後の緊急点検

D滑走路の維持管理マニュアルには地震後の緊急点検の手順も示されている。震度4以上の地震が発生した場合、直ちに航空機の運航が停止され、地震観測による最大加速度が表-2に示したレベル1地震動の設計加速度以上であれば詳細調査を行うことになるが、3.11地震の観測値はこの閾値を下回っていたため詳細調査は行われず、緊急点検のみが行われた。地震後に接続部護岸の背面側の埋立部の沈下によって生じた段差を図-5に示す。接続部背面では全体に渡って段差が生じたが、滑走路に生じた段差は2cm以下であり、航空機の運航に支障をきたすものではなく安全性が確認されたことから、D滑走路は地震後速やかに運航が再開された。

6. まとめ

D滑走路では3.11地震の観測記録を得ることができ、工学的基盤における加速度の長周期成分や棧橋部の応答加速度はではレベル1地震の設計値に近いものであった。地震後の緊急点検から、D滑走路には航空機の運航に支障を及ぼす変状は見られず、速やかに運航を再開できたことから、レベル1地震に対する耐震性能を満足していると判断された。本論文は供用開始後10年目に行われたD滑走路の技術検証業務の一環で実施したものであり、技術検討委員会の方々、ならびに関係各位に感謝の意を表します。

表-2 最大加速度の設計値（八戸439Gal）と観測値（3.11地震）の比較

	設計値	観測値	比率
地点B（接続部）	162 Gal	102 Gal	0.63
地点C（棧橋部）	247 Gal	208 Gal	0.84
地点D（連絡誘導路橋梁部）	351 Gal	133 Gal	0.38
地点E（連絡誘導路棧橋部）	268 Gal	106 Gal	0.40
地点F（現空港側）	230 Gal	58 Gal	0.25

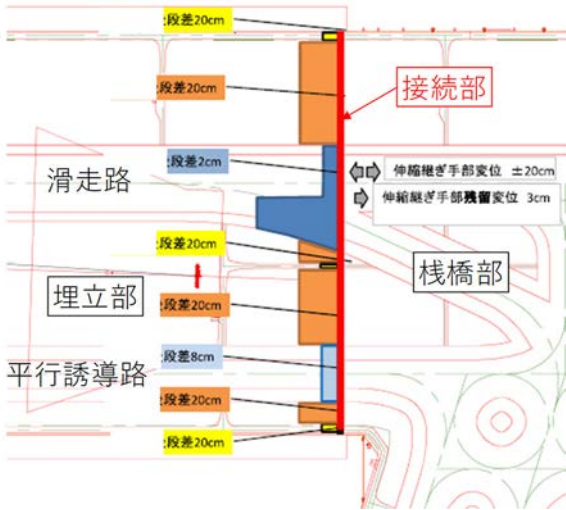


図-5 地震後に発生した接続部背面の段差