

高松空港における大規模地震に対する耐震性能の評価について

国土交通省四国地方整備局高松港湾・空港整備事務所

○正会員 高野 誠紀
松尾 義文
杉本 弘悦
田村 純子

1. はじめに

高松空港は、山岳地である地形的条件から大規模土工によって造成された全国でも有数の盛土空港（最大標高差約50m）として、平成元年12月に供用開始された2種空港である。以来、香川県の経済活動や観光振興等を支える重要な高速交通の拠点として、年間約150万人の乗降客が利用している。

近年、国内各地で頻繁に発生している地震は、地域の生活、経済に大きな影響を与えており、空港等の社会インフラにおいても今後の発生が予想されている大規模地震への対応が求められている。高松空港においても地震に強い空港を目指し、平成17年度より「高松空港盛土検討委員会」を設置し、大規模地震に対する耐震性能について検討・評価してきた。本報告は、地域防災計画にも想定されている「東南海・南海地震」に対する耐震性能の評価について報告する。

2. 検討条件

耐震性能の評価にあたっては、盛土厚の大きい「奥谷」「綾川」及び「八谷」の3地区の断面について、二次元非線形地震応答解析（FLIP）を行い、解析結果から地震後の残留変形量を算出し評価した。（図-1）

対象地震については、香川県地域防災計画でも想定されている「東南海・南海地震」「長尾断層地震」及び「中央構造線地震」のうち、発生確率が最も高い「東南海・南海地震」及び発生確率は極めて低いが解析の結果最も大きな変形が生じる「中央構造線地震」を対象として耐震性能の評価を行った。（表-1）（「中央構造線地震」の評価については、本報告からは割愛する）

なお、地震動については、「統計的グリーン関数法」を採用し作成したものを検討断面の方向毎に角度補正した合成波を入力地震動とした。奥谷地区の入力地震動の例について図-2に示す。



写真-1 高松空港航空写真

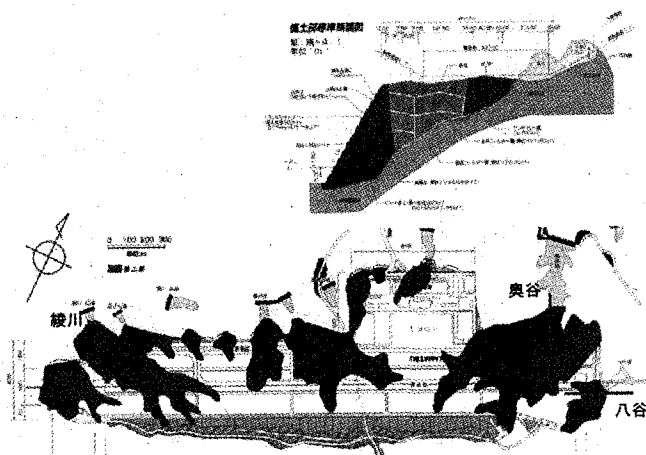


図-1 解析断面位置

表-1 大規模地震動の発生確率

想定地震	マグニチュード	地震発生確率			
		10年以内	30年以内	50年以内	100年以内
東南海・南海地震	南海 M8.4	10%程度	50%程度	80%~90%	
	東南海 M8.1 同時発生 M8.5	10%~20%程度	60%~70%程度	90%程度	
長尾断層地震	M7.1		0%	0%	0%
中央構造線地震	M7.3~M8.0		0%~0.3%	0%~0.6%	0%~2%

地震調査研究推進本部（算定基準日2007年1月1日）より

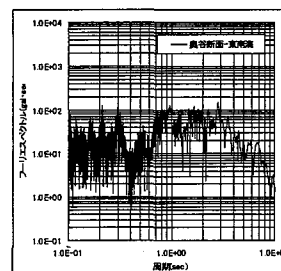
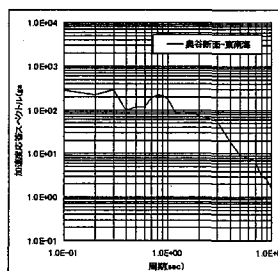
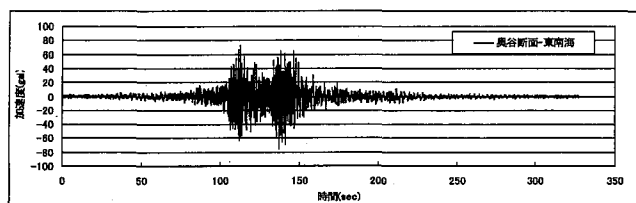
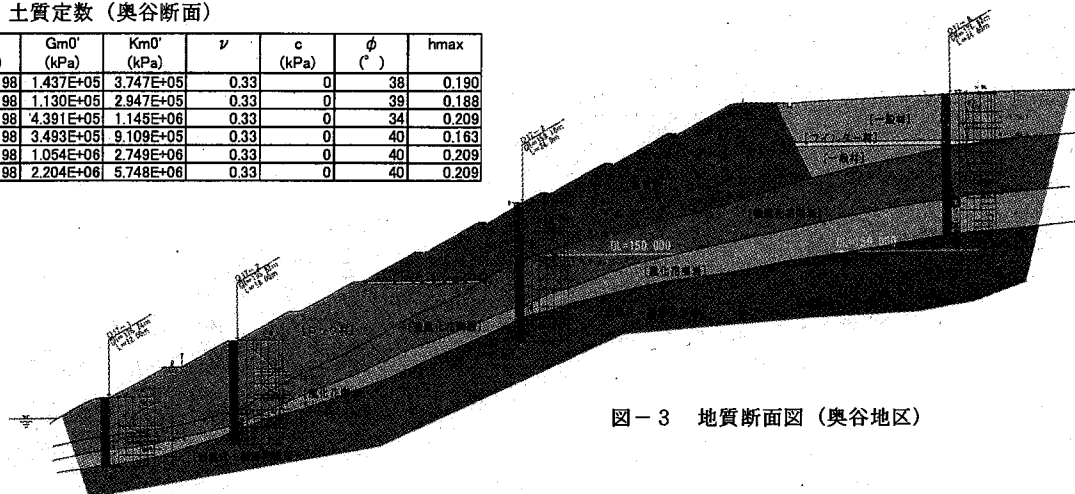


図-2 入力地震動（奥谷地区 断面方向(N18W)）

解析に用いる土質定数は、現地土質調査及び室内土質試験の結果に基づき設定、また、地下水位条件は、現地での地下水位観測結果により、奥谷、八谷地区については「盛土体内に水位あり」、綾川地区については「盛土と地山の境界部に水位あり」と設定した。解析に用いた土質定数及び地質断面図について奥谷地区の例を表－２及び図－３に示す。

表－２ 土質定数（奥谷断面）

	ρ_{sat} (g/m^3)	ρ_t (g/m^3)	σ'_m (kPa)	$G_{m0'}$ (kPa)	$K_{m0'}$ (kPa)	ν	c (kPa)	ϕ ($^\circ$)	h_{max}
一般材	2.08	2.08	98	1.437E+05	3.747E+05	0.33	0	38	0.190
良質材	2.18	2.15	98	1.130E+05	2.947E+05	0.33	0	39	0.188
強風化岩	2.31	2.27	98	4.391E+05	1.145E+06	0.33	0	34	0.209
ロック	2.28	2.13	98	3.493E+05	9.109E+05	0.33	0	40	0.163
風化岩	2.42	2.42	98	1.054E+06	2.749E+06	0.33	0	40	0.209
弱風化岩	2.52	2.52	98	2.204E+06	5.748E+06	0.33	0	40	0.209



図－３ 地質断面図（奥谷地区）

３．耐震性能の評価

二次元非線形地震応答解析（FLIP）の結果から算出した、各位置の残留変形量と空港施設の被害想定について、表－３に示す。

各位置における残留変形量は、法肩付近において少し大きな変形が出る断面があるものの各施設の被害想定としては数cm～数mm程度と小さな値であった。又、基本施設である滑走路及び誘導路の舗装勾配の変化に対しては、「空港土木施設の耐震設計指針

表－３ 各施設の被害想定

空港施設名称	盛土ゾーン別変位量						被害の有無	
	変形位置	奥谷		八谷		綾川		
		水平(cm)	鉛直(cm)	水平(cm)	鉛直(cm)	水平(cm)		鉛直(cm)
場周柵	盛土法肩、法面	-3.9	-2.7	-2.9	-1.1	-0.8	-0.5	被害なし
排水幹線暗渠	場周道路位置	-3.2	-2.4	-1.8	-0.7	-0.6	-0.3	被害なし
場周柵	盛土法尻	-0.5	0.1	-1.3	0.9	-0.2	0.0	被害なし
地下排水暗渠	〃	-0.5	0.1	-1.3	0.9	-0.2	0.0	被害なし
誘導路帯	場周道路位置	-3.2	-2.4	-1.8	-0.7	-0.6	-0.3	被害なし
場周道路舗装	場周道路(勾配変化)	0.178%		0.136%		0.023%		被害なし
誘導路舗装	誘導路(勾配変化)	0.001%		-	-	0.35%		被害なし
着陸帯	着陸帯位置	-0.3	-0.2	-	-	-0.2	-0.3	被害なし
滑走路舗装	滑走路(勾配変化)	0.006%		0.0059%		0.0002%		被害なし
幹線ケーブルダクト	保安道路位置	-0.3	-0.2	-	-	0.0	-0.2	被害なし
貯水槽配管	〃	-0.3	-0.2	-	-	0.0	-0.2	被害なし
保安道路舗装	保安道路(勾配変化)	0.0025%		-		0.001%		被害なし

（案）」の滑走路等の許容変位量（滑走路は、

横断方向；1.5%、縦断方向；1.0% 誘導路は、横断及び縦断方向；3%）を目安に考えてもかなり低い値であった。なお、今回解析した３地区以外の盛土については、盛土厚、盛土量が小さいことから、被害想定としても小さな値になることが考えられる。

以上の結果から、「東南海・南海地震」に対する高松空港の耐震性能としては、空港施設に支障を来す程の被害は発生しないという評価を得た。

今後の調査計画として、今回盛土安定解析を実施した「奥谷」「綾川」２地区の盛土法肩位置及び工学的基盤位置に地震観測システムの設置を行い、今回の解析で用いた動的解析モデル（盛土増幅、周波数伝達特性）の検証や入力地震動の設定を行うことにより、今後の空港高盛土全般に対する耐震解析法の適用性確認ならびに精度の向上に資することを考えている。

４．おわりに

高松空港は、平成１７年度に国土交通省航空局で開催された「地震に強い空港のあり方検討委員会」において「航空輸送上重要な空港」として位置付けられており、地域の拠点空港としての役割を担っている。

今後は、空港施設の適切な維持・更新に努めるとともに地域住民、利用者及び関係部局との連携を一層強化し、地震直後の運用に資するよう努めていきたいと考えている。