

報告書の要約		指定課題に申請する場合は、右欄に『指定』と記入して下さい。	指定
助成番号 平成 20 年 1 月 29 日付 第 07－4 号	研究開発テーマ名	振動計測による空港高盛土の健全度診断技術の開発とアセットマネジメントへの応用	
	助成研究者	ふりがな 氏名	いちい こうじ 印
		所属	広島大学大学院工学研究科 社会環境システム専攻
本研究開発では、盛土の排水機能を非破壊で検査し、空港高盛土の降雨および地震に対する健全度を診断する技術を検討した。そして、健全度診断に基づいて、降雨および地震の作用を考慮したアセットマネジメント手法を展開した。 本研究で検討したアセットマネジメント手法は、図-1 に示すとおりである。従来の耐震設計においては、当該施設のおかれた地震環境（地震危険度）に応じた耐震設計を行い、初期の耐震安定性を確保するのみであった。しかし、実際には、排水機能の劣化に伴い、当該地域の降雨量に応じて耐震安定性が変動する。これは、地震リスクが時間的に変動していることを示しており、一定以上に劣化が生じている場合には耐震補強あるいは排水機能の機能回復（機能更新）が必要となる。 図-1は、従来の耐震設計のスキームと、今回提案するアセットマネジメントの概要を比較対照するイメージ図である。従来のスキームは、地震環境（地震危険度）から盛土の耐震設計（初期の耐震安定性）へと進む直線的な流れを示している。一方、提案するアセットマネジメントの概要は、この初期設計から現実の盛土の安定性（耐震安定性の変動）へと移行し、そこから排水機能の劣化や当該地域の降雨量の影響を受け、さらに地震リスク評価に基づく耐震対策の必要性の評価（BCPなど）へと進む。この評価結果に基づき、一定以上の劣化の場合は対策が必要となり、耐震補強や排水機能の機能回復・機能更新が行われ、再び現実の盛土の安定性へと戻るという継続的なサイクルが示されている。			
検討結果として得られた研究成果は下記のとおりである。 （１）盛土の排水機能の程度に応じて、盛土の固有振動数が変化する可能性が高いことを示した。具体的には、高さ 15mの簡単な盛土のモデルを作成し、動的 FEM解析により、盛土の湿潤密度の変化に応じた固有振動数を算定した。このとき、湿潤密度の変化する範囲にも依存するが、固有振動数の変化量は数%から 10%程度に及び、常時微動の定点観測により評価可能なレベルであった。			

(2) 既往の模型振動実験結果により、地下水位が生じるレベルの降雨でなくとも、盛土の耐震性は低下し、地震時に発生する変形量が大幅に増加する可能性があることがわかっている。この点に関して、既往の実験結果に対する数値解析を行い、解析的な検証を行った。ここで、モデル化としては、降雨による地盤の含水比の増加に応じて、湿潤密度を増加させ、さらに見かけの粘着力を低減させた。ここで、見かけの粘着力の逓減率は、広島大学内のががら山のまさ土に対する室内実験結果を援用した。解析結果は、実験結果ときわめてよく整合し、排水機能の健全度が耐震性に及ぼす影響についての解析的評価法として有用であることを示した。(土木学会論文集に発表済)

(3) 実際の盛土の排水機能のレベルに関して、実効雨量と呼ばれる雨量指標の変動により表現する方法を提案した。実効雨量では、過去の降雨の影響を半減期とよぶパラメータにより低減して考慮する。そこで、半減期の値を排水機能の指標として用いた。そして、降雨パターンに応じた実効雨量の変動パターンを例示し、このときの盛土の固有振動数の変動及び盛土の安定性の指標（ここでは長大斜面として計算した安全率）の変動を例示した。この検討結果を用いれば、固有振動数のモニタリングにより、斜面安定性の変動の評価、さらには安定性の変動特性を分析することにより、排水機能の健全度評価が可能となる。

下記に検討結果を例示する。

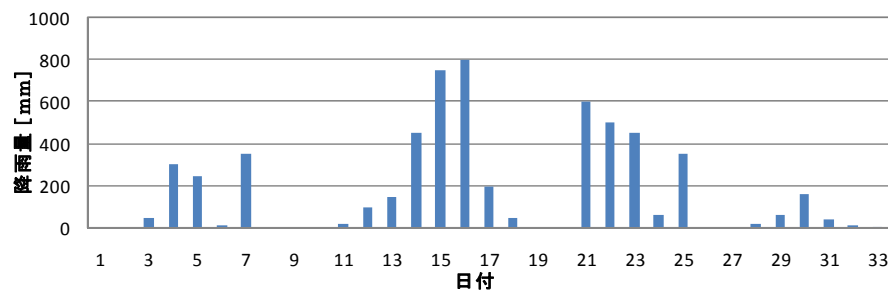


図-2 仮定した降雨の時系列データ

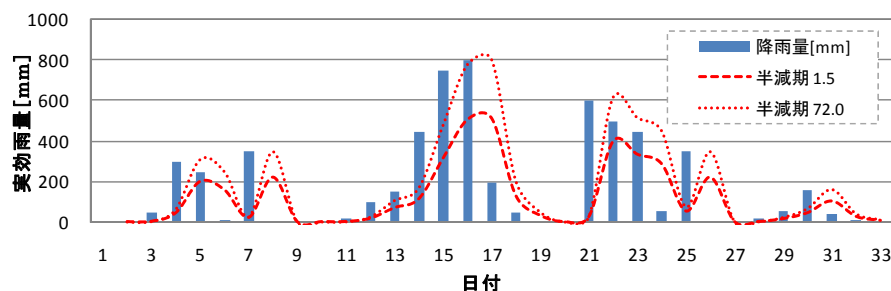


図-3 半減期（排水性の指標）に応じた実効雨量の推移

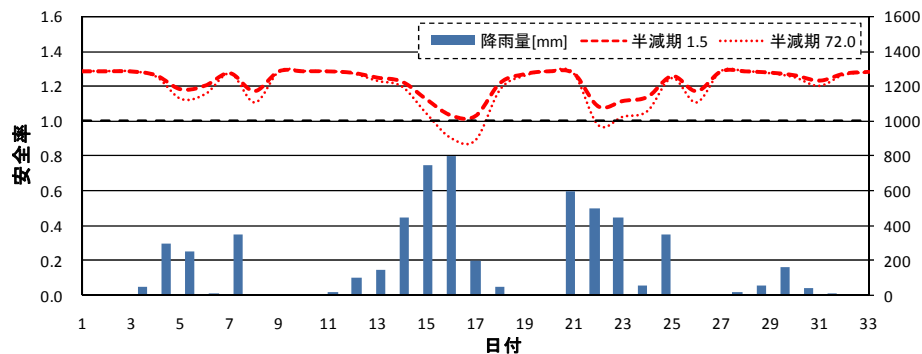


図-4 実効雨量から推定した斜面安全率の推移

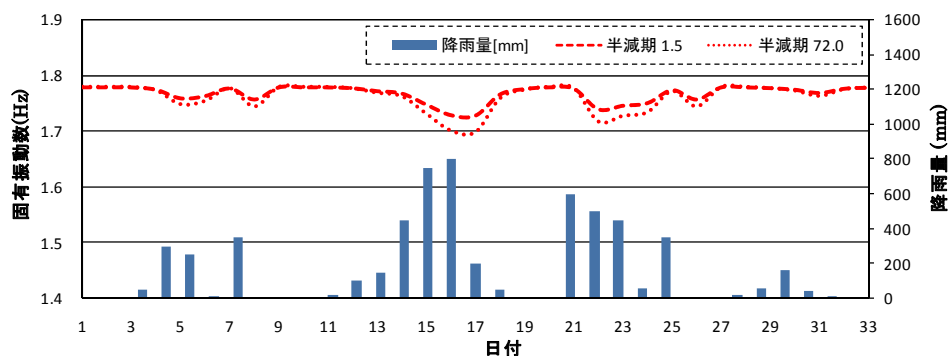


図-5 モニタリングの対象となる固有振動数の推移

(4) 以上の検討により、降雨および地震の作用を考慮した空港盛土のアセットマネジメント手法に必要な要素技術の枠組みは完成した。しかし、実被害を考慮して、耐震補強工法等の検討を行うためには、盛土の変形に応じた滑走路の舗装の被害想定が重要となる。この点に関して、現在の解析技術では定量的な判断が困難な点が多く、アセットマネジメント手法を応用したBCPの検討は実施できていない。

(5) 実際の空港盛土の固有振動数の測定法を検討するため、実空港における振動計測を実施した。飛行機の離陸時は、飛行機の車輪が地面を離れた直後に、傾斜した飛行機のジェット噴流が地面をたたき振動が大きく計測された。また、着陸時は、着陸時の衝撃ではなく、逆噴射による減速時の飛行機の振動が大きく計測された。どちらも、そのまま盛土の固有振動数の推定に用いるには課題があるように思われた。

(6) 空港盛土のアセットマネジメントの一環として、耐震補強工事に伴う掘削等が近隣地盤の応力状態に及ぼす影響を評価する手法として、特殊治具を用いた常時微動計測の適用性を検討した。簡単な治具を用いた常時微動の計測により、近隣地盤の掘削の影響を定性的には評価することができた。今後の耐震補強等における近接施工の影響評価に活用可能である見通しが得られた。