

### 1. はじめに

我が国は世界でも最も地震活動が活発な地域の一つであり、しばしば地震により土木建造物の破壊や津波によって甚大な被害を受けている。特に平成8年1月の兵庫県南部地震においては、砂防施設においても一部に破損を受けたため、(社)砂防学会が「砂防設備の耐震設計に関する検討委員会」を設置し、耐震設計の妥当性について検討を行った。そこでは、現行の砂防施設の耐震設計手法は、おおむね妥当であると報告<sup>2)</sup>されたものの、山地での地震動の観測体制が不十分であったため、砂防施設の地震動応答性については未知な点が多いと指摘され、今後の研究の必要性が提言された。

このようなことから本研究では、様々なタイプ、地形条件などで施工された砂防施設に地震計を設置観測し、山地地盤における地震動の増・減衰実態、砂防ダムの挙動を明らかにすることを目的とする。

### 2. 山地における地震動観測

平成9年6月25日18時50分頃に山口県北部で地震(最大震度5強、マグニチュード6.1)があり、4箇所の砂防ダムに設置された地震計(天端と地山基盤)で観測された。さらに、地震波の震央からの距離による地震加速度特性を把握するためにインターネットの強震ネット(k-net)を用いて59箇所のデータを収集した。観測位置及びこの地震の等加速度分布を図-1に示す。震源付近では421gal(N-S方向)を記録し、近年の大きな地震である釧路沖地震(大楽毛橋周辺地盤:577gal)、兵庫県南部地震(神戸海洋気象台:818gal、ポートアイランド:341gal)と比較してみても大きい地震であったと言える<sup>1)</sup>。

### 3. 地盤振動特性

等加速度分布図(図-1)を見ると、50gal以上が観測された地域が北東方向に広がって分布しており、分布の方向と西日本火山帯がほぼ同一方向に走っていると言える。地震波は一般に距離により減衰し<sup>3)</sup>、硬質地盤では短周期特性が相対的に優勢で、軟弱地盤では長周期成分が優勢であり<sup>4)</sup>、これらが地震波の伝播に大きく影響すると考えられる。そこで、耐震設計の入力地震波を決定するために、今回観測されたデータを用い、①地震動観測点の距離による特性、②地震動観測点の岩盤深さによる特性をそれぞれ検討を行った。

#### 3. 1. 地震動観測点の距離による地震動実態

観測された地震加速度と距離との関係を図-2に示す。砂防ダム付近での地山のデータを見てみると、データ数は少ないが、距離により減衰しているとは言えない。一方、k-netのデータは距離により減衰している傾向が見られる。

この違いは、砂防ダム付近での地山のデータは岩盤の震動を観測しているのに対し、k-netのデータは岩盤の震動を必ずしも観測しておらず、表層土の震動を観測しているものも多数含まれている。即ち、伝播する媒体(地質)の違いが影響していると考えられる。

#### 3. 2. 地震動観測点の岩盤深さによる地震動実態

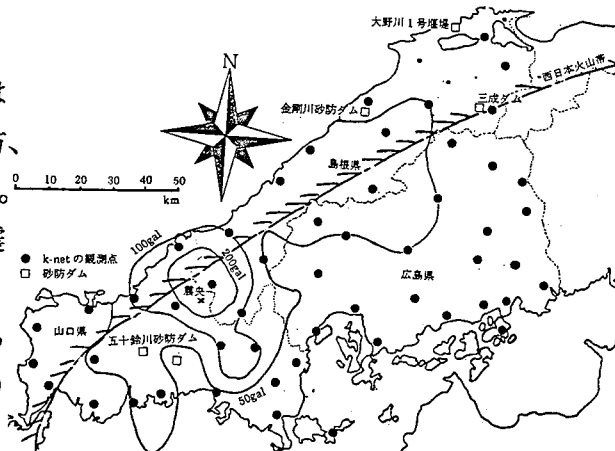


図-1 等加速度分布図

地震動観測点の岩盤深さと観測された最大加速度の関係を図-3に示す。図の点は、各観測点3方向の加速度を比較して最大であるものをプロットしている。定性的な傾向としては、表層厚が小さければ加速度が小さく、表層厚が大きければ加速度が大きくなる傾向にある。

### 3. 3. 砂防ダムにおける地震動実態

各砂防ダムでの天端と地山基盤での観測加速度を図-4に示す。この図を見ると、三成ダムでは天端での加速度が地山での加速度よりも他のダムに比べ高い値を示している。そこで、三成ダムについて加速度が高い原因について検討する。

この地震による地盤振動の卓越周期を求めると0.1~0.2sec、0.7~1.0secであり、三成ダム天端の卓越周期は3方向とも0.1secである。この結果から、三成ダムが地盤振動と共振し、加速度が増幅したものと考えられる。

表-1 砂防ダムの種類

	五十鈴川 砂防ダム	金剛川砂 防ダム	三成砂防 ダム	大川砂防ダ ム
種 類	重力式コ ンクリー ト	重力式コ ンクリー ト	アーチ式	鋼製クロ ズド(セル タイプ)

### 4. おわりに

今回の地震データをもとに山地での地震加速度の減衰実態について検討して、砂防ダム設置個所での地震動実態をある程度確認した。しかし、砂防施設の耐震設計の高度化を図るためには、構造物の固有振動数を求める必要がある。さらに、地震加速度が

砂防施設にどのくらいの外力を与えているのかが明確に示されていない。したがって、今後さらに観測された地震データを元に砂防施設の固有振動数、内部応力変化等を明らかにしていく予定である。最後に、今回の地震データは、山口県、島根県に提供していただいた。ここに記して深く謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 建設省土木研究所報告 第196号 平成7年(1995年)兵庫県南部地震災害調査報告 1996年3月
- 2) 砂防設備の耐震設計に関する委員会 砂防設備の耐震設計に関する検討委員会報告 新砂防 Vol.48 No.6 (203) 1996年3月
- 3) 理論地震動研究会 地震動 鹿島出版会 1994年2月
- 4) 日本建築学会 地震動と地盤-地盤震動シンポジウム 10年の歩み- (社)日本建築学会 1985年7月

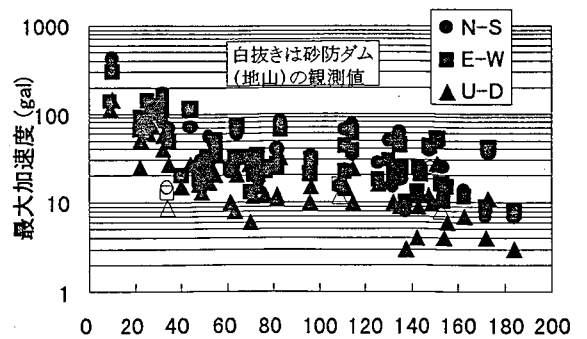


図-2 地震加速度と距離の関係

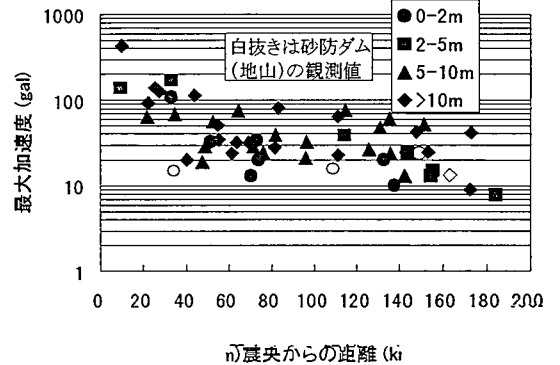


図-3 岩盤深さと最大加速度の関係

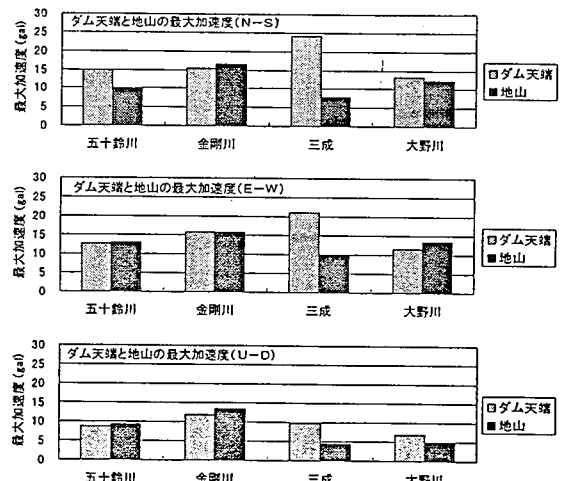


図-4 砂防ダム天端と地盤における最大加速度の比較