

I - B 518

兵庫県南部地震時の布引ダム・烏原ダム地点 における強震動の推定

石川島播磨重工業 正会員 川名 英人
東京工業大学 正会員 大町 達夫

1. 本研究の目的

1995 年の兵庫県南部地震では、震源域で様々な構造物に重大な被害が発生したが、布引ダム、烏原ダムは震源域にありながら重大な被害を受けなかった。この2つのダムが被害を受けなかった要因として、①地震動があまり強くなかった、②ダムの材料が良く十分耐えられる強度があった、③振動特性とダムの応答特性とが相違していた、などが考えられる。そこで、本研究では、この2つのダムが被害を免れた要因を探るために、まず、この2つの地点での兵庫県南部地震時の強震動を推定した。また、その結果をもとにダムの地震応答解析を行った。

2. 強震動の推定

布引ダム、烏原ダムとも兵庫県南部地震地震時の強震動は観測されていない。そこで、以下の方法を用いて両地点での強震動を推定した。

(1) 近地点での強震記録を用いた推定

布引ダムの約 1km 南、新神戸駅前のビルの地下 3 階で強震動が観測されている。この観測記録より、建物の影響、表層地盤の影響を取り除き、また、減衰を考慮して布引ダム地点で立ち上げることににより推定した。建物の影響を取り除くには、地下 3 階と地表での微動観測結果を用いた。結果は図 2 の通りとなった。

(2) 経験的グリーン関数法による推定

経験的グリーン関数法は、あるサイトで観測された小地震記録を足し合わせていくことにより、そのサイトでの大地震時の地震動を推定する方法である。伝播特性やサイト特性を見積もる必要がないので、簡便に大地震動を推定するのに有効な手法である。烏原ダムのすぐ横に、防災科学技術研究所の K-NET の観測点がある。ここで観測された小地震動を用いて、強震動を推定した。結果は図 3 の通りとなった

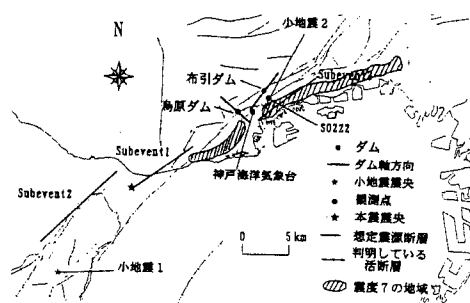


図1 ダムの位置

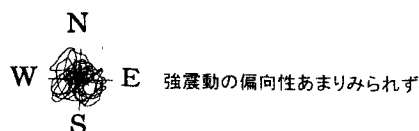
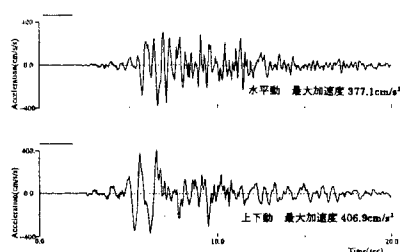


図2 近地点での強震記録よりの推定

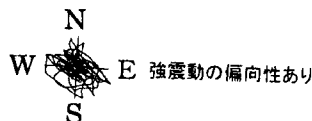
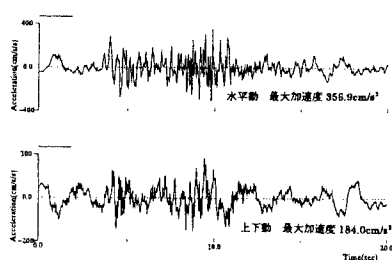


図3 経験的グリーン関数法を用いた推定

キーワード：強震動、経験的グリーン関数法、ハイブリッドグリーン関数法、地震応答解析

〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259 東京工業大学総合理工学研究科 TEL：045-924-5605

（３）ハイブリッドグリーン関数法による推定

経験的グリーン関数法を用いるには、想定する場所で、想定した震源域に発生した地震の観測記録が必要であるが、このような条件が満たされるとは限らない。ハイブリッドグリーン関数法は、この問題を解消するため、小地震記録を確率論的手法により人工的に短周期地震動を作成し、また、３次元地下構造を考慮して長周期地震動をシミュレートし、この２つを足し合わせることで地震動を作成する方法である。結果は図４の通りとなった。

（４）まとめ

推定結果をまとめると（表１）、最大水平加速度は約 400cm/s^2 、最大速度が約 50cm/s となった。

３．ダムの地震応答解析

前項で推定した強震動を入力地震動として、ダムの３次元線形地震応答解析を行った。入力地震動として布引ダム、鳥原ダムともハイブリッドグリーン関数法による結果を用いた。また、地震動の入射方向として現実に即した場合と、ダム軸直交方向と地震動の卓越方向を一致させた（最悪方向）場合の２種類の計算を行った。結果は表２、表３の通りになった。

鳥原ダムは、布引ダムに比べてあまり揺れていないことが分かる。これは、ダム軸方向と地震動の卓越方向がほぼ一致していたため、大きな地震動を免れたことが要因である。

また、実際のダムの被害と比較するために２次元非線形応答解析を行った。その結果、布引ダムでは地震後新たな漏水が発生した箇所と対応する箇所にクラックが入るという結果になった。鳥原ダムではクラックは入らなかった。

４．結論

- (1) 強震動記録のない布引ダム・鳥原ダム地点の強震動を推定した。その結果、最大水平加速度は 400cm/s^2 弱、最大水平速度は約 50cm/s となった。
- (2) 推定した強震動を用いてダムの地震応答解析を行った。その結果は実際の被害とほぼ一致し、推定した強震動は妥当と思われる。
- (3) 布引ダムに比べて鳥原ダムは被害がほとんどなかった。これは、鳥原ダムでは揺れに強いダム軸方向と、地震動の卓越方向が一致していたため、強い強震動を免れたことが要因の一つである。

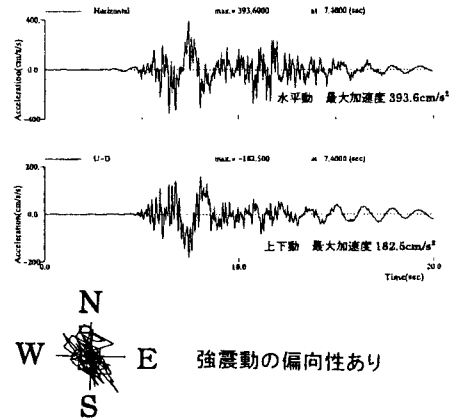


図４ ハイブリッドグリーン関数法を用いた推定
表１ ３手法による結果の比較

	最大水平加速度 (cm/s^2)	
	布引	鳥原
経験的グリーン関数法	392	357
ハイブリッドグリーン関数法	394	375
近地点記録よりの推定	377	468

表２ 地震応答解析の結果（現実に即した場合）

	最大応答 加速度 (m/s^2)	最大相対 変位 (cm)	応答倍 率
布引ダム	1.69	1.14	4.5
鳥原ダム	0.97	0.45	4.7

表３ 地震応答解析の結果（最悪方向の場合）

	最大応答 加速度 (m/s^2)	最大相対 変位 (cm)	応答倍 率
布引ダム	1.80	1.23	4.5
鳥原ダム	1.67	1.05	4.7

参考文献

- 1) 入倉他：経験的グリーン関数法を用いた強震動予測法法の改良、日本地震学会秋季大会講演論文集、1997
- 2) 釜江・入倉：1995年兵庫県南部地震の断層特性と震源近傍における強震動シミュレーション、建築学会構造系論文集、1997
- 3) 神戸市水道局：第２次布引ダム調査研究会報告書 1997

謝辞

本研究を行うにあたり、神戸市水道局の方々に様々な便宜を図っていただきました。深く感謝いたします。また、本研究では、科学技術庁防災科学技術研究所のK-NETのデータを使わせて頂きました。関係者各位に感謝いたします。