

“Evidence of Low-Frequency Amplification in the City of L’Aquila, Central Italy, through a Multidisciplinary Approach Including Strong- and Weak-Motion Data, Ambient Noise, and Numerical Modeling”

by Gaetano De Luca, Sandro Marcucci, Giuliano Milana, and Tito Sano

(Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 95, No. 4, pp. 1469–1481, August 2005 より)

要約：

(序論)

ラクイラ周辺は地震活動が盛んなことが知られており、地形的特徴としては堆積盆地の存在が挙げられる。ローカルな地盤増幅特性を評価するために 1994 年には強震観測のための小規模アレーが設置されている (AQPK)。本論ではスペクトル解析手法を用いて、強震観測記録のほか、小地震記録、常時微動観測記録によりラクイラ周辺の地盤増幅特性を評価することを目的としている。また、重力探査から得られている結果を用いて堆積盆地の 2 次元地盤モデルを作成し、地震応答解析結果と観測記録との比較を行っている。

ラクイラ中心部はアテルノ川左岸の河岸段丘上に位置し、海拔 900m の北東部から海拔 675m の南西部までの傾斜がある。地質調査などの結果から、段丘を形成する沖積層は第四期層であり、沖積世の地すべりと関連すると思われる碎屑岩などから成る地層が湖成堆積層上に載っている。この湖成堆積層の厚さはラクイラ中心部付近で最大の約 250m に達し、ラクイラの北方、アテルノ川溪谷付近では、その厚さは 100m よりも薄いものと思われる。

(方法)

・観測記録の分析

以下の 3 種類の観測記録についてスペクトル解析を行い、堆積盆地の地盤増幅特性を検討している。

1) 強震記録：

ラクイラ中心部近くのアレー観測サイト (AQPK) で得られた合計 5 つの記録から、H/V 解析により堆積盆地の卓越周波数を求めている。その結果、0.5~0.6Hz 付近にスペクトルのピークが見られた。また、地震記録全体を使うよりもコーダ波部分のみを用いたほうが、ピークが明確で安定することを指摘している。

2) 小地震記録：

小地震観測のためのセンサーを AQPK サイト付近のほか、旧市街北部にある CASC サイトに設置して観測を行い、多数の小地震記録を得ている。地域の地震観測ネットワークで同じタイプのセンサーが設置されていた SANG サイト (AQPK から 3km 北方の岩盤上に位置する) を基準として、各地点の記録とのスペクトル比を求めることで、堆積盆地の卓越周波数を求めている。その結果、AQPK サイトについては 0.5~0.6Hz 付近にスペクトルのピークが見られ、強震記録の H/V 解析による結果とよい対応を示している。

3) 常時微動記録：

ラクイラの歴史地区の中心部について、より詳細に検討するために常時微動観測を行っている。小地震観測のためのセンサーを設置した SANG サイト付近、中心部の AQPK サイト付近のほか、歴史地区の外側で堆積盆地の端部にある鉄道駅付近と、さらに旧市街北部 2ヶ所で観測を行っている。H/V 解析の結果、AQPK サイト付近はじめ、中心部に近い地点では 0.5~0.6Hz 付近にスペクトルのピークが見られ、地震記録から得られた結果とよい対応を示している。

・数値解析

BEM および FEM 解析コードを用いて 2 次元地震応答解析を行っている。地盤構造のモデルは地質調査や重力探査の結果に基づいて作成し、せん断波速度は表面波スペクトル解析 (SASW) から得られた結果を用いて推定している。入力波には Ricker 波を用いて、解放基盤に対する地表面でのスペクトル比を求めている。解析結果から、堆積層の厚い AQPK サイトでは 0.5~0.6Hz 付近にスペクトルのピークが見られ、地震記録や常時微動記録から得られた結果とよく一致している。

(結論)

複数の異なる観測記録と手法を用いてラクイラ周辺のサイト特性を評価した結果、いずれの手法によってもラクイラ中心部では 0.5~0.6Hz 付近にスペクトルのピークが見られた。最も厚いところで約 250m に及ぶ堆積盆地の存在がラクイラの地盤増幅特性と関連していると考えられる。ただし、得られた地震観測記録の最大値が地表面で 10cm/s² であることから地盤の非線形性は考慮していない。重力探査から得られた堆積盆地の形状や SASW から得られたせん断波速度に基づいて作成した 2 次元地盤モデルは地震応答解析の結果、少なくとも低周波数領域では観測記録を十分に説明できるものであった。

抄訳：三辻和弥（東北大学）