

地震時に盆地地形の地盤境界面付近で発生する
動揺振動に関する実験的研究

金沢大学工学部
金沢大学工学部
金沢大学大学院

○河村 暁
正会員 村田 晶
フェロー 北浦 勝

1. はじめに

盆地地形上に建設された構造物に対しては、不規則な地震動により種々の被害が生じることが明らかにされてきた。このような地形は周囲を剛な岩盤で囲まれるため、地表面では複雑な振動によって位相差をもった応答が発生する。特に、地盤境界面上に剛な基礎を有する構造物が建設されたとき、構造物はあたかも動揺成分のような振動が入力されたかのような動きを示す。このような振動を動揺振動と呼ぶことにする。動揺振動が発生すると地表面は傾き、構造物の転倒などの被害をもたらすことが予想される。本研究では、盆地地形の地盤境界面上で発生する動揺振動に着目し、境界面上に構造物が建設されることの危険性を実験的に検証する。

2. 実験概要

図 1 に実験装置の概要を示す。
油圧式の振動台（1.5m×1.5m）上に鋼とアクリル板で製作された砂箱（長さ 1.8m×幅 0.6m×高さ 0.8m）を設置し、砂箱内にモルタルで製作したブロック壁を側壁として片側に設置した。側壁の傾斜角は 45° と 60° の 2 ケースとし、側壁と砂地盤を同じ高さにして層厚 50cm の模型地盤を作成した。側壁と砂箱の間に振動を抑える目的で緩衝材としてウレタンを挿入した。また砂箱と砂地盤の間にも同様にウレタンを挿入した。

計測項目は模型地盤表面付近の上下方向加速度とする。また、計測地点は側壁上の 1 点（基準点、a）と砂地盤上の 9 点（b～j）あわせて

10 地点とした。これは動揺振動を決定する指標の 1 つとして動揺加速度を計測するためであり、動揺加速度は、基準点 a と他の点との上下加速度差を 2 点間距離で除した値と定義する。

入力波は正弦波とし、その入力方向は上下動、水平動、上下水平動同時の 3 ケースとした。入力波の最大振幅は 100gal、200gal、300gal の 3 ケースを設定し、振動数は地盤の固有振動数が数 Hz である点と、振動台の性能上の問題を加味し、各加速度に対し 3Hz から 9Hz まで 1Hz 刻みで 7 ケース設定した。なお加振時間は 10 秒間とした。

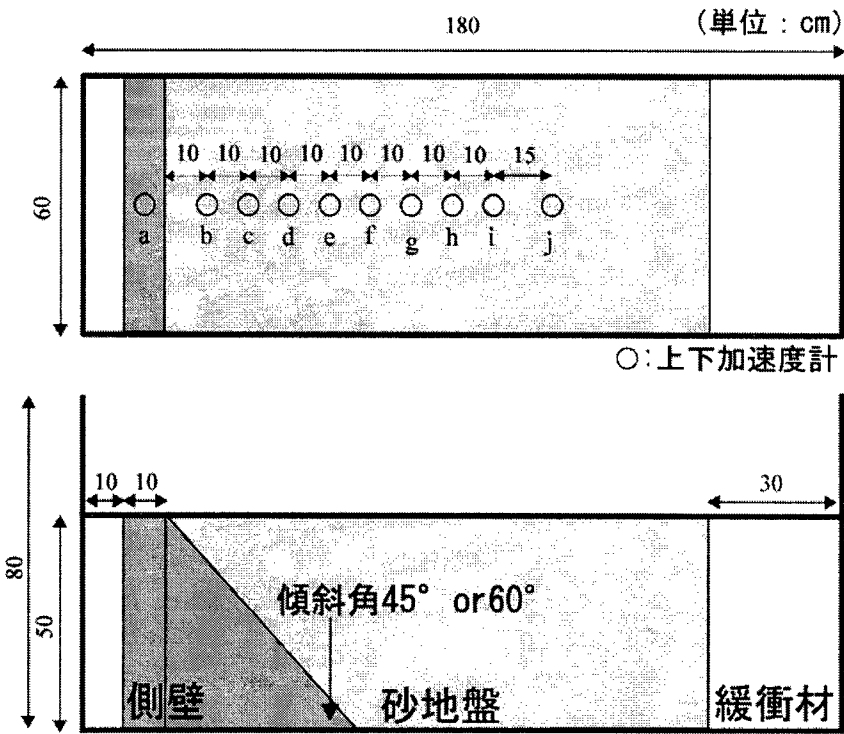


図 1 実験装置概要図

3. 実験結果及び考察

3.1 傾斜角の違いによる動揺加速度の変化

図2に入力振動数 3Hz、入力加速度 200gal で水平方向に単独で振動させたときの、傾斜角の違いによる動揺加速度の変化を示す。これによると、傾斜角が大きいほど側壁付近では大きな動揺振動が発生していることがわかる。本実験では、傾斜がより直立に近いほど側壁付近で水平動が上下応答を発生させやすくなることから、動揺加速度の増幅につながったと考えられる。

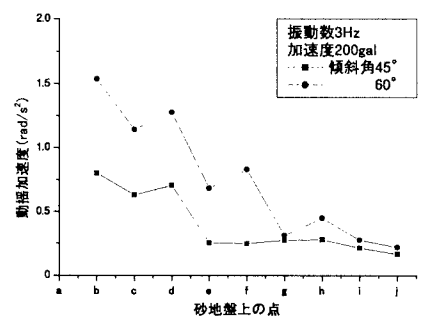


図2 傾斜角の違いによる動揺加速度の変化

3.2 入力方向による動揺加速度の変化

図3に傾斜角 45°、入力振動数 3Hz で、上下水平方向に同時に振動させたときの動揺加速度を示す。(a) に示すとおり、水平加速度一定のもとでは上下加速度を変化させても動揺加速度はほとんど変化しないが、(b) に示すとおり、水平加速度を変化させると動揺加速度も変化していることがわかる。このことより、側壁付近で動揺加速度を発生させる要因は水平方向の振動であり、上下方向の振動が加わることでより動揺振動は増幅され、増幅の程度は水平方向の加速度の大きさに依存するといえる。

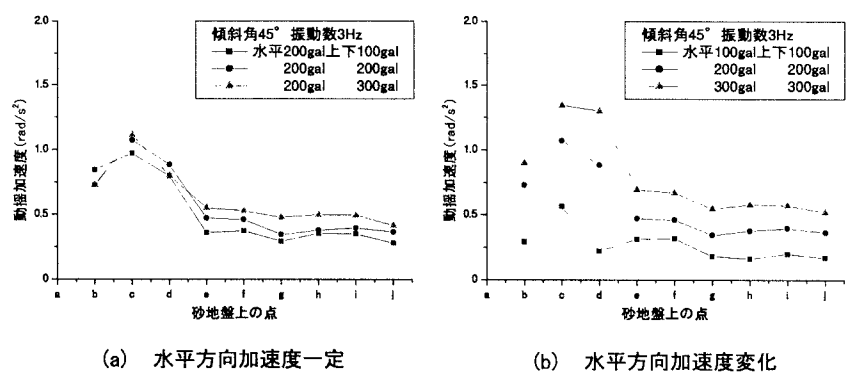


図3 入力方向による動揺加速度の変化

3.3 振動数変化に伴う動揺加速度の変化

図4に傾斜角 45°、入力加速度 200gal で上下水平方向に同時に振動させたときの振動数変化に伴う動揺加速度の変化を示す。これによると、低振動数の場合各計測地点によって振動の違いは小さく、高振動数になると各計測地点によって振動の違いが激しくなるが、これには側壁の影響や砂同士の微細な振動による影響など、様々な要因が考えられる。

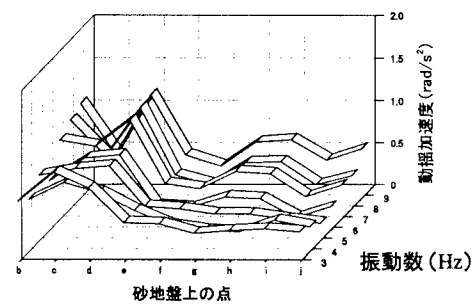


図4 振動数変化に伴う動揺加速度の変化（上下水平方向同時 200gal）

4. まとめ

以上の実験より、動揺振動は側壁付近で大きく、その程度は水平方向の振動の大きさに依存し、さらに発生の方は振動数によって異なることがわかった。しかし、動揺振動を説明するためには加速度のみでは不十分であり、他に動揺速度や動揺変位なども考慮する必要がある。地表面で発生する動揺振動は回転成分であるため、高層な構造物を支える地盤で傾斜が生じた場合、頂部で大きな加速度や変位が生じ、下部に過大な負荷が発生することが予想される。よって構造物倒壊に至る幾つかのファクターに動揺成分の存在も加えて解析を行い、構造物被害の要因を解明する必要がある。

〈参考文献〉

小谷武司:地震時における動揺成分の発生要因と特性および構造物に与える影響、金沢大学提出修士学位論文、1999。
表屋智之:地震時における盆地地形の動揺振動特性に関する実験的研究、金沢大学提出学士学位論文、2001。