

## 墓石の耐震補強に関する実験的研究 Experimental Study on Aseismic Strengthening of Grave Stone

○ 清野純史・三輪 滋・古川愛子・樺山貴昭

○ Junji Kiyono, Shigeru Miwa, Aiko Furukawa and Takaaki Momiyama

Experimental studies on the behavior of grave stones during an earthquake are done by using tri-axial shaking table. Twelve test pieces are used to compare the degree of strengthening against the seismic force. Input ground motions are the intensity of lower 6, upper 6 and 7 for JMA Intensity. The behavior of grave stone is monitored by nine sets of 3-component accelerometers and videos installed around the shaking table. Numerical simulation is carried out based on the parameters obtained from the experiments. The efficiency of the strengthening method are discussed according to the results of experiments and numerical simulations.

### 1. はじめに

本研究では、さまざまな補強を施した墓石試験体の耐震性を評価するために、実物大の墓石試験体を作成し、振動台上に設置し、地震動で加振することでその耐震性を検討した。加振に用いる地震動は、兵庫県南部地震のような直下型地震の地震動の特性をもつ比較的継続時間の短い地震動であり、振幅を震度6弱、震度6強、震度7に調整して加振した。試験体には、加速度計を設置し、それぞれの石の加速度を記録することで、その挙動を分析した。またあわせて映像でも加振を記録した。得られた加速度記録などを用いて、各種墓石模型が地震時にどのような挙動をするか、また、施した対策による耐震性の効果を、数値シミュレーションも含め定量的に検討した。

### 2. 震動実験について

3次元振動台上に、墓石の実大模型試験体を設置した上で、兵庫県南部地震の観測記録の特性を持った震度6弱、震度6強、震度7に相当する地震動を作用させ、それぞれの墓石の耐震性能を評価する。実験に用いた試験体は、和型墓石、洋型墓石であり、耐震性向上のため粘着や棒材での連結などが施されている。振動台実験に用いる試験体の概略を以下に示す。

- ① W0102 和型の墓石の間を耐震ボンドで接着
- ② W0101 和型の墓石を補強無しで、積み重ねたまま
- ③ W0103 和型の墓石の棹石と上台の間にステンレス棒を1本挿入

- ④ Y0102 洋型の墓石の間を耐震ボンドで接着
- ⑤ Y0101 協会一洋型の墓石を補強無しで、積み重ねたまま
- ⑥ Y0103 洋型の墓石の棹石と上台の間にステンレス棒を2本挿入
- ⑦ W0301 和型の墓石の間に強固な金具を設置
- ⑧ W0401 和型の墓石の間に接着剤ではない粘着材（ソフトファスナー）を設置
- ⑨ W0204 和型の墓石の間に積層ゴムとゴムを設置
- ⑩ W0701 和型の墓石の間に発泡樹脂緩衝材とステンレスワイヤーを設置
- ⑪ W0501 和型の墓石の間に前面粘着シートを設置
- ⑫ W0601 和型の墓石を貫通した器具を取り付け、さらにターンバックルにより締める

### 3. 数値シミュレーション

実験時、棹石と上台には上面の3頂点に加速度計を3個ずつ設置しており、3方向の加速度を記録している。加速度は変位の2階微分であることから、適当な初期条件のもとで加速度を2回積分することにより、3頂点の変位へと変換することができる。さらに、墓石は剛体であり変形がないと仮定すると、8頂点の幾何学的関係より残りの頂点の変位が算定され、墓石全体としての挙動を再現することができる。これを基に、DEMの各種パラメータを求め、数値シミュレーションを行ない、定量的な検討を行った。