

剛擁壁衝突時における免震建物の損傷評価に関する実験的研究

神奈川大学 工学部 建築学科 建築構造コース 荻本・犬伏研究室 ほりかも たくみ 堀籠 拓実

一 研究背景 一

日本は世界トップクラスの地震大国であるとともに、世界有数の耐震技術を有するに至った。だが、その背景には過去に発生した地震において、犠牲になった人々が存在していることを忘れてはならない。全国地域を問わず大規模な地震が発生する危険を孕んだ日本では、財産保護や人命保護の観点から耐震構造は不可欠な要素である。その中の一つである免震構造は建築物と地面の絶縁を目指しており、大地震発生時には災害拠点として活躍する可能性を秘めている。例えば、2016年の熊本地震では、被災した免震建物の機能は維持し続けていた。しかし、その後の調査で設計変位を大きく超える免震層変位が確認された。

今日まで地震による擁壁衝突は確認されておらず、将来懸念されている南海トラフ地震等の巨大地震では、免震建物が想定以上の挙動を示し、擁壁衝突を起こすことが危惧されている。しかし、既往の実験研究では建物に損傷は生じておらず、解析による妥当性の検証は弾性域にとどまり、損傷評価の検討に至っていないのが現状である。

一 研究目的 一

本研究は、免震建物模型を用いた擁壁衝突実験の第一段階として、剛擁壁への衝突実験を行う。上部構造の柱の塑性化の有無を確認するとともに、解析による実験の再現を試みる。

一 研究概要 一

約 1/20 に縮小（ただし、相似則は満足していない）した 3 層免震建物模型を用いて大地震による擁壁衝突を模した実験を行う。上部構造の高さは 536、質量は約 40 kg である。柱は厚さ 1.0 mm とした。梁とスラブが一体化しており相対的に剛となっているため、柱のみが損傷する構造となっている。入力波は 1.5Hz の正弦波とし、最大値を変化させている。なお、振動台は大阪大学所有のものを使用した。さらに、免震機構は模型の下部および内部に設置したキャリッジレールとばねで再現した。擁壁は鉄製で厚さ 16 mm とし、アングルで固定した。水平クリアランスは 30 mm とした。詳細は右図を参照。

また、各層の水平加速度と振動台との相対変位を計測した。他にも柱端部から 35 mm 離れた柱頭柱脚の裏表の 4 か所にひずみゲージを接着し、各層対角の柱 2 本の計測を行った。損傷の判別には、各箇所のひずみゲージの値を柱端部での値に線形補正した値が、事前に行った柱鋼材の引張試験結果から得られた降伏ひずみを超えているかで判別した。

一 研究成果 一

本研究成果として、B-RS1510100 と B-RS1510150 について示す。前者は最大加速度 100gal であり、後者は 150gal である。また、B-RS1510100 は加速度が小さいため、衝突は生じていない。右図の灰線に各層における最大加速度とひずみ分布を示す。なお、図中の破線は加速度では加速度家の計測限界である 5500gal、ひずみでは降伏ひずみである 944 μ を示している。

まず、加速度分布を比較すると衝突を生じなかったケースでは上層になるに連れて緩やかに増幅されているのに対し、衝突した B-RS1510150 では実際に衝突した基礎部で計測限界の 500gal 以上を生じていた。また、ひずみ分布を比較すると、下層ほど大きな損傷が生じていた。しかし、衝突の有無を問わず各層で損傷を生じたが、実験終了時の傾向が異なっており、入力大きいケースの方が残留ひずみが大きかった。また、一層の層間変位は最大で 9mm を生じたが残留変形は 1mm に満たない程度であり、大きな損傷ではなかった。

続いて解析の結果を示す。なお、解析において、柱鋼材の材料特性・免震層復元力特性・上部構造減衰は実験から得られた結果からそれぞれ与えた。右図の黒線に実験と同様のものを示す。ただし、衝突した基礎部の加速度は実験の計測限界と同じにしている。加速度は衝突の有無を問わず実験と同様の傾向が得られた。ひずみについても、実験値よりも過小評価ではあるが最大値、終了値ともに実験の傾向を掴めている。実験値の大きい理由として累積の損傷やボルトの緩みといった実験上の不備や材料のばらつきが考えられる。

以上より、衝突により過大な加速度が生じ、損傷は下層ほど大きい。また、解析により衝突時の損傷は概ね評価できることが明らかになった。

一 研究辛苦 一

本研究で大変だった点は多数ありますが、一番は実験の多さです。本紙では ケースしか示していませんが研究全体では 12 ケース行っています。また、大阪大学と共同で行っており、剛擁壁だけではなくモルタルや改良地盤で作製した弾塑性擁壁の実験も行っており、全体で 168 ケースの実験を行いました。また、柱が損傷した際には取り換えなければならず、全層取り換えから実験開始までの準備を行うと 3～4 時間はかかっていました。一日に 2 ケースなんて日もありました。

他にも、衝突実験に関する事前の実験として、ばねの圧縮引張試験・柱鋼材引張試験・擁壁材料圧縮試験と 3 種類あり前期はそれで終わってしまいました。

全体を通して 5～12 月まで実験を行っておりとても早い 1 年間だったと感じています。ですが、実際に免震模型を破壊する実験はとても迫力があり、やり応えのある研究でした。この場を借りて、再度御指導いただいた教授・助教に感謝申し上げます。

また、これを見ている学生には質問することを恐れず卒業研究にあたってほしいと思います。この研究は今年度から始まり、分からないことばかりで先生方や大阪大学の人に関してばかりでした。自分の考えを持って質問すればちゃんと教えていただけます。

