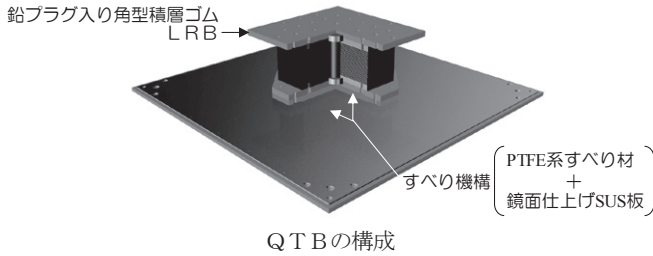


巨大地震に対するフェイルセーフ機構を有する アイソレータ「QTB」の開発

株式会社竹中工務店 濱口弘樹、山本俊司
 オイレス工業株式会社 和氣知貴
 北海道大学 石井 建、菊地 優



概要

近年、日本各地で巨大地震が頻発しており、近い将来には南海トラフ地震の発生も危惧されている。免震構造が非常に高い耐震安全性を有することは言うまでもないが、設計レベルを上回る巨大地震動を受けた場合はこの限りではない。上部建物の擁壁への衝突、免震部材の損傷、上部建物の過大応答などの極限事象が危惧される。これらの弱点を克服した免震構造システムを実現することができれば、巨大地震直後も建物機能を維持しなければならない病院、行政庁舎などの重要建物の耐震安全性をより一層高めることが可能となる。

今回開発した「QTB (Quake-Thru Bearing)」は、巨大地震時も損傷することなく上部建物への過大地震力の伝達を防止する高性能免震アイソレータである。十分に広い免震層水平クリアランスを確保することで、上記3つの極限事象を全て回避することが可能となる。本技術は神戸市の竹中工務店社員寮に初適用された。震災時には最高の安全性を備えた避難所として近隣住民に開放し、地域の復興に活用されることとなる。

選評

南海トラフ等の巨大地震に対し免震構造をどのように設計するかは構造設計者にとって頭の痛い問題である。通常の告示レベル2(極稀)の地震入力に対しては、アイソレータのみの固有周期を4秒程度とし適切な量のダンパーを配すれば、概ね応答ベースシア係数を0.1~0.15、免震層の応答変形を30~40cm程度に抑えることができる。しかし同様の設計で南海トラフ等の巨大地震入力を検討した場合、免震層応答が過大となり、積層ゴム支承に座屈・ハードニング・せん断破断を生じたり、建物が免震ピット擁壁に衝突したりする等の危険性が生じることが多い。そこで同入力に対し短周期化、ダンパー容量増加により最大変形を抑え込むと、今度は免震効果が失われてしまう。本応募はこのような課題に対し真正面から取り組み、積層ゴム支承とすべり材を組合せて一定以上の応答変形に対しすべり材が滑動し、積層ゴム部のせん断変形やせん断力を抑制する技術を実用化したものである。開発の過程では12種以上のすべり材を比較して安定した動摩擦特性・耐候性を有する素材を抽出し、10年近く忍耐強く各種試験を積み重ねて実物件への適用にこぎ着けた努力は敬服に値する。(竹内 徹)

システム及び特記事項

QTBは上下端部のいずれかをボルト接合、他端を摩擦接合するLRBとみなすことができる。摩擦接合が機能する限り、従来型LRBと変わらない性能を発揮する。入力レベル増大により摩擦が切れるとすべり機構部が摺動し、LRB部にはすべり摩擦力を上回るせん断力が作用しなくなる。このためLRB部は過度のハードニングやせん断破断を免れ、上部建物の応答せん断力は摩擦力を大きく上回ることがない。従って、QTBのみを用い、十分な水平クリアランスを有する免震層とすることで、擁壁の損傷、免震部材の損傷、上部建物の損傷の全てを回避可能な、フェイルセーフ機構を備える免震構造システムが実現する。

本技術の開発に当たっては、所期目標を達成可能なすべり材の選定と耐候性評価、多様な寸法形状の試験体の加振実験、設計用解析モデルの構築などを実施した。また、既往すべり支承の摩擦係数の評価に一般的に用いられる平均面圧に代わり、アイソレータの形状係数より推定する「実効面圧」を用いた摩擦係数の高精度評価手法を確立した。

