

東北地方太平洋沖地震を経験した免震U型ダンパーの 残存疲労性能の調査及び残存疲労性能評価法の確立

新日鉄住金エンジニアリング株式会社：小西克尚、川村典久
株式会社日建設計：村上勝英、染谷朝幸
東京工業大学：山田 哲



東北地方太平洋沖地震を経験した免震U型ダンパー
(建物：石巻赤十字病院、撮影：新日鉄住金エンジニアリング)

概要

免震U型ダンパーは、品質の高い鋼材を加工した鋼製ダンパーである。鋼材は温度、载荷速度や経年に対しても安定した性能を示すため、これらへの各種依存性の少ないダンパーであることが知られている。免震U型ダンパーは鋼材の塑性化により地震エネルギーを吸収する。その疲労性能が複数回の地震に対するエネルギーを吸収できるよう開発されている。既往の研究では、一定振幅下の破断回数と振幅との関係が評価されている。一方、これまで大きな地震を経験した免震建物からダンパーを取り出して残存疲労性能を検証した調査はされておらず、また、地震を経験したダンパーの残存疲労性能を推定する手法についても確立されていなかった。今後、東海・東南海・南海地震のように非常に広域に大きな揺れを伴う地震や、首都直下地震など多くの免震建物が存在する地域を中心とした地震が発生したときに、速やかに復旧するにはダンパーの継続使用を判定するための残存疲労性能評価法が不可欠であると考え、東北地方太平洋沖地震を機に本技術の開発を行うこととした。

選評

一度大きな地震を経験した後の建物は、あと何回くらい大きな地震に耐えられるのであろうか。地震活動が活発になり、震度5を超えるような地震を経験することが決して珍しくなくなった近年の日本において、履歴依存型の対地震構造の残存性能を知ることは重要かつ切実な問題である。

本技術は、免震層に設置されている鋼製U型ダンパーに対し、地震経験後の損傷評価と残存疲労性能評価法の確立を目的としている。予め得られている疲労曲線を活用することで、①最大変形を用いたVEスペクトルによる方法、②応答解析による方法、③野書き記録による方法、④形状変化比による方法を提案している。それぞれの方法的妥当性評価に当たっては、東北地方太平洋沖地震を経験した石巻赤十字病院から抜き取った実際のダンパー材に対して疲労実験を行い、実際の残存疲労性能を求め、提案した評価法を適用し、それぞれの方法を評価している。特に、形状変化に注目した方法は、外観が変化するこの種のダンパーの特徴を活かしており、簡易に残存性能が判断できる方法として有用である。(この方法は、既にJSSI免震建物の維持管理基準2012では、一次判定として作用されている。)

このような技術は、履歴依存型構造の残存性能の「見える化」の先駆けととらえることができ、今後、様々な分野で意識されていくことを期待したい。なお、試験片を抜き取った石巻赤十字病院は2011年の本会特別賞を受賞を受賞しているが、賞の性格は全く異なるので問題にはならない。
(川口健一)

技術内容

東北地方太平洋沖地震を経験した石巻赤十字病院など宮城県の3つの免震建物を対象に、免震U型ダンパーの残存疲労性能調査を実施した。地震を経験したU型ダンパーを取り出し、疲労試験を実施した。その結果、概ね10～15%程度の疲労損傷度であり、いずれも継続使用に関して問題がないことを示した。

次に、疲労損傷評価を4つの手法について検討をした。解析的手法として、近傍の観測地震動を基に(1)エネルギー速度を用いた評価法、(2)時刻歴応答解析を用いた評価法、さらに(3)免震層に設置された野書板の野書き記録から推定する方法について示した。これらの評価法は、その有効性が残存疲労性能調査の結果と比較することで示されており、JSSI免震建物の維持管理基準2012における設計者が主体となって行う2次判定において有用な手法といえる。

また、(4)ダンパーの形状変化に注目した手法を検討した。これは地震を経験したダンパーの抜取疲労試験と新品の疲労試験を蓄積することで確立した。JSSI免震建物の維持管理基準2012において、一次判定として採用されている。

本技術は、U型ダンパーが導入された建物には汎用的に適用できること、構造設計者・メーカー技術者に限らず、免震建物点検技術者など幅広く利用できること、今後懸念されている広範囲に渡る大規模地震が発生した際に、地震を経験した免震建物の早期の復旧に大いに貢献するものと期待できる。

