

審査の結果の要旨

氏名 岩田 善裕

本論文は、鋼構造建築物の性能設計を実用化する上で知見が不足している修復性能について考究したものである。鋼構造建築物のなかでもっとも代表的な剛接骨組形式の建物の修復限界を兵庫県南部地震で被災した建物の修復・解体実績データの分析を通して明らかにしたこと、および修復性能を定量的に評価するための残留応答変形を設計段階で予測する技術を考案したことの2点が本論文の特筆すべき成果である。

本論文は、本文5章と付録から構成されている。

第1章では、本論文の目的と関連する既往の研究について述べている。建築の構造設計が仕様規定型から性能規定型に移行しつつある状況で、財産保全に関わる修復性能を考慮した性能設計の技術が現時点でほとんど未開拓の状況であることを概観している。

第2章では、兵庫県南部地震で被災して修復あるいは解体された鋼構造剛接骨組12件の実態調査を行い、建物別に建物概要・被害概要・修復概要を整理した。ここで得られた建物の残留変形および復旧コストのデータを基に、技術面と経済面の両面から修復限界の分析を行った。技術的な修復限界については、全体残留変形角と最大残留層間変形角の2つの工学量を用いて分析し、その結果、それぞれ1/110、1/71が限界値であることを明らかにした。経済的な修復限界については、直接復旧コストと間接復旧コストを分析し、建て替えの場合のコストに対する比を調べた結果、直接復旧コスト比と間接復旧コスト比の限界値はそれぞれ0.86、0.41となることを明らかにした。

第3章では、鋼構造剛接骨組の修復性に関わる残留変形を定量的に評価する手法を提示した。残留変形が比較的ばらつきの大きい工学量であることを踏まえ、残留変形を確率統計的に評価することを試みた。評価にあたっては、建物応答が地震動の周期特性のみならず位相特性にも影響されることを念頭に入れ、代表的な記録地震動10波のスペクトル特性に基づいて作成した直下型から海洋型の5タイプ合計50波の模擬地震動を採用した。まず、残留変形を上界残留変形(最大応答変形から弾性変形を差し引いた値)で除した残留変形率を導入し、残留変形率に及ぼす各種要因の影響を、塑性化の度合い、固有周期、地震動の位相特性、2次剛性比の観点から統計的に分析した。その結果、残留変形率は2次剛性比に最も大きく支配され、そのばらつきを表す標準偏差は、2次剛性比に対して単調減少することがわかった。また、残留変形率の確率分布は、2次剛性比ごとの正規分布で近似されることが明らかとなり、その確率分布を定式化した。一方、上界残留変形については、応答スペクトルと既往の縮約展開法 NSP (Nonlinear Static Procedure)

の組み合わせによる予測法を提示した。ここでは、地震動の位相特性が応答スペクトルの値に大きな影響を及ぼすという分析結果を踏まえ、応答スペクトルに地震動の位相特性を考慮した絶対加速度・最大塑性率応答スペクトルを採用し、従来の応答スペクトルに比べより精度の高い予測を実現した。また、上界残留変形の応答解析による精算値を本提案法の予測値で除した値を予測精度率と定義し、予測精度率の確率分布を調査したところ、その分布は対数正規分布で近似されることが明らかとなり、その確率分布を定式化した。

第4章では、修復性能設計法の基本概念として、Ⅰ．目標性能の設定、Ⅱ．性能検証、Ⅲ．性能表示の3段階の大きな流れを示し、次にその中核となる性能検証の方法を、工学量の設定、限界値の推定、応答値の評価、限界値と応答値の比較評価の4ステップに分割し、第2章と第3章の研究成果を基に、建物の修復性を技術面と経済面の両面から信頼性解析に基づいて確率的に評価する方法を示した。すなわち、第2章で導入した技術面と経済面に関する4つの工学量を採用し、第2章で明らかにされたその限界値と第3章の評価法で得られる応答値を用いて、両者の比較評価を行う方法である。ただし、両者の比較評価では、限界値から応答値を差し引いて導かれる性能関数の超過確率をFOSM法あるいは1次ガウス近似法によって算定し、建物の修復性を技術面および経済面の両面から確率的に評価する手法を示した。最後に、この手法を、兵庫県南部地震で被災した建物2件(修復建物1件と解体建物1件)に適用し、その適用性を確認するとともに、そこで算定された超過確率を参考として、修復性判定で用いる目標確率の推奨値を提示した。

第5章では、各章で得られた研究成果を要約し、今後の研究課題について述べた。

本論に添付された3つの付録のうち、付録1では本文第2章の検討のベースとなる兵庫県南部地震で被災して修復・解体された鋼構造剛接骨組12件について、建物内容、被害実態、修復実態などのデータを整理し掲載した。付録2では、本文第3章で用いた模擬地震動のスペクトル特性などの地震入力特性を整理し掲載した。付録3では、本文第4章で展開した修復性能設計法の性能検証プロセスの全体像をフロー形式で掲載した。

以上のように、本論文は修復性能設計の方法論を示すとともに、残留変形という工学量によって修復限界の判定が可能であることを示した画期的な成果が導かれており、地震に強い建築構造物を構築する耐震設計技術に重要な知見をもたらすものである。

よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。