

審査の結果の要旨

氏 名 中島 秀雄

中島秀雄氏から提出された「建築物の構造設計における温度荷重と荷重組合せに関する研究」は、建築物の内外の日常的な温度変化により生じる温度荷重を実測データに基づき定量的評価を行い、さらに、雪、風、地震などの時間変動する荷重が同時に作用した時の荷重組み合わせの考え方を提示し、建築物を構成する部材の合理的な耐温度設計法を提案したものである。具体的には、個々の条件を反映して構造体温度を簡易に推定する方法を検討し、過去 53 年間の気象データに基づいて、雪、風、地震との組合せ応力を直接求める方法を考案し、その結果を「荷重係数」を用いた設計式として提案している。

本研究は、以下の 6 章により構成されている。

1 章では、温度変化が主原因となった建物損傷事例の調査分析を通して、温度変化が建築物に与える影響を明らかにするとともに、既往の関連研究、基規準を調査し、温度荷重に関する課題の抽出を行い、本研究で対象とする問題ならびに対象範囲を明確にしている。温度変化が原因として特定された建築物の損傷事例として、非構造物材の損傷事例、ブレースや耐震壁などの架構を拘束している構造部材中のひび割れ発生事例などが報告されており、温度荷重に対する適切な対応が必要であることを示しているが、実設計の対応には、設計者の経験に頼るか、不具合発生時の応急対応といった対応策しかなく、なされた。なお、本論文では、主に、「外気温、日射の影響」による温度変化に問題を絞って、研究がなされている。

2 章では、温度荷重に対する構造設計の現状を調査し、設計上の問題点を整理している。特に、「温度荷重を検討すべきかどうかの判断基準」、「レベル 2 温度荷重に対する扱い」、「日常的な繰返し温度応力に対する疲労の影響」については本章で検討を行い、実務設計のための対応策が示されている。また、別途、設計者に対するアンケート調査を行って温度荷重に関する構造設計上の問題を示している。その結果、「変動する外気温、日射に対する構造体温度の簡易算定法」と「他の荷重との組合せに対する応力の評価法」の必要性を指摘し、本研究の 3、4 章で展開する中心的課題として位置づけている。

3 章では、構造体温度を算定する新たな方法を検討し、簡易算定法を提案している。鋼構造部材については、日射の影響を「相当外気温度」として評価する簡易部材温度評価法を、熱容量が大きい鉄筋コンクリート部材においては、温度変化を、1 日を周期とする正弦

波で近似し、「周期定常」を仮定して構造体温度を算定する手法を発展させた簡易手法を提案している。また、提案手法の精度検証も行って、提案手法が精算法に比較して5%以下の誤差に収まることを示している。

4章では、他の荷重との組合せによる応力の評価法を提案している。3章の構造体温度算定法を用いて、過去53年間の気象データに基づき日毎に発生している組合せ応力を直接評価し、組合せ応力の確率分布を求め、組合せ応力を主の荷重に対する応力値と、従の荷重による応力値の線形和で表現し、最終的には荷重係数を用いた設計式を新たに提案している。荷重組み合わせについては修正 *Turkstra* の経験則を用いて評価し、主となる荷重の大きさを所定の再現期間を用いて規定した時に、同時に考慮する温度荷重に掛ける荷重組合せ係数として、雪荷重との組合せに対して0.8、風荷重との組合せに対して0.7、地震荷重との組合せに対して0.4と係数を提案しており、その誘導は極めて明快である。

5章では鋼構造と鉄筋コンクリート造建築物を対象に、本論文で提案した「温度荷重考慮の可否判断基準」、「構造体温度の簡易算定法」、「他の荷重との組合せ応力の評価法」、「温度応力を低減する対策」を反映した試設計を行って、提案手法の検証を行っている。荷重係数を用いた組合せ応力は、保守的な応力単純和の結果に対して最大25%の低減になることから、合理的な設計が可能になることを示している。温度荷重の影響を緩和する対策としては、断熱材による温度変化量の低減、エキスパンションジョイントによる建物長さの低減、ブレース、耐震壁などの拘束部材を温度変化が小さい位置に配置する事などが有効であることを、試設計例を通して示した。

最後に、6章では、得られた結論をまとめるとともに、残された課題を以下に示すように挙げて今後の研究の方向性を示している。まず、1) 本研究では構造体温度の簡易算定法を提案しているが、鉄筋コンクリート部材の温度の検証においては精算解との比較のみであり、実測例による検証が必要であること、2) 組合せ応力の検討においては温度変化の要因として外気温のみを扱ったが、日射の影響を考慮した場合についても今後検討する必要があること、さらに、3) 温度変化を評価する際に必要となる「基準温度」の設定方法は何が最も適切であるか、今後、検討が必要であること、また、建築物の構築期間が長期にわたる場合の基準温度の設定方法なども今後の検討が必要であることが示された。

以上のように、本論文では、その研究目的・意義は明確に示されて、かつ、適切な手法を用いて研究が進められていること、その結果、今まで学術的な検討が不十分であった温度荷重に対して、その定量的評価、荷重組合せ方法、耐温度設計法の提案など、今後の合理的な設計実現に向けて極めて有効な成果が得られたと判断するものである。

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。