

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	茂木 良宏
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項・2 項該当		
論 文 題 目			
大規模 3 次元弾塑性骨組解析に適した減衰モデルに関する研究 (STUDY ON A DAMPING MODEL SUITABLE FOR INELASTIC RESPONSE HISTORY ANALYSIS OF LARGE-SCALE 3D MOMENT-FRAME)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	中村 尚弘	
審査委員	教 授	田川 浩	
審査委員	准教授	三浦 弘之	
審査委員	准教授	肥田 剛典	(茨城大学)
審査委員	助 教	鍋島 国彦	(神戸大学)
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、近年普及した解析モデルの大規模化・精緻化によって顕在化することになった、粘性減衰の振動数依存性の問題を克服することを目的として、大規模 3 次元弾塑性地震応答解析で利便性/実用性に優れた減衰のモデル化方法を洞察するものである。本研究で得られた知見を各章ごとに以下に示す。</p> <p>第 1 章では、本研究の背景、目的として、大規模弾塑性応答履歴解析における振動数非依存減衰の必要性について論じた。</p> <p>第 2 章では、粘性減衰の振動数依存性に起因した様々な問題に関して、既往の研究の成果と限界について言及した。</p> <p>第 3 章では、剛性比例減衰の減衰力に頭打ちを設定することで、簡易的に振動数非依存性を実現する「キャップ減衰」と呼ばれる減衰モデルに着目し、その実用性を検証した。</p> <p>第 4 章では、広い振動数範囲にわたって振動数に依存しないエネルギー逸散を実現できる「拡張 Rayleigh 減衰」と呼ばれる減衰モデルに着目し、プログラムへの実装方法、および 3 次元弾塑性骨組地震応答解析を通じて振動数非依存性について検証した。</p> <p>第 5 章では、一様減衰、キャップ減衰、拡張 Rayleigh 減衰の性能を、具体的な 35 階建て鉄骨建物の構造設計事例を通じて各種応答（変位、加速度、層間変形角、塑性率）を比較することで分析した。</p> <p>第 6 章では、今後の展望としてこれらの新たな減衰モデルをどのように実際の構造設計で活用していくかについて具体的な事例ごとに推奨する減衰モデルを例示した。</p> <p>これら第 1 章から第 6 章の知見に基づき得られた本研究の結論を以下に示す。</p> <p>キャップ減衰は、原著論文では減衰力の頭打ち量に明確な定義がなく、その設定量は設計者の裁量に任せられていた。そこで本論文では部材復元力の直近の最大値に依存した頭打ち量を</p>			

採用する手法を提案した。これにより、設計者の判断に依存せずにモデル化することが可能となることを示すとともにその性能を例示した。

拡張 Rayleigh 減衰は、プログラムへの実装方法など数学理論以外の問題を解決する必要がある、本論文ではその実例を示した。更に 12 階建ての 3 次元弾性骨組モデルを用いて、実務的な部材系モデルを用いて減衰性能を検証した。その結果、拡張 Rayleigh 減衰は Rayleigh 減衰よりも広い振動数範囲で振動数に依存せず、モード減衰よりも計算負荷が低いことを示した。

一様減衰は、公開情報が少なくその実用性は未知数であったため、減衰モデルを実際にプログラムに実装して実用性を検証した。また 3 章から続くこれらの減衰モデル（キャップ減衰、拡張 Rayleigh、一様減衰）の減衰性能を洞察するため、古典的な減衰モデル Rayleigh 減衰、モード減衰とともに、35 階建て 2 次元平面モデルの水平/鉛直動同時入力による検討例を通じてその実用性を検討した。その結果、水平変位及び鉛直変位応答を評価する目的であれば、水平 1 次から鉛直 1 次モードまでの振動数範囲に対して振動数非依存性を考慮できれば、いずれの減衰モデルも概ね良好な解が得られることを明らかにし、とりわけ拡張 Rayleigh 減衰が良いパフォーマンスを発揮することを示した。しかし水平加速度と鉛直加速度を同時に評価する必要がある場合には不十分であることを示した。

本研究で得られた知見は、今後の幅広い工学分野の大規模コンピュータシミュレーション技術に応用可能であり、その基礎資料として活用されることが期待される。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。