

Title	立体トラスの複合非線形解析および座屈制御による耐震性能の向上に関する研究
Author(s)	多田, 元英
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3075189
DOI	10.11501/3075189
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	多田元英
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 1 1 0 7 5 号
学位授与年月日	平成 6 年 2 月 1 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	立体トラスの複合非線形解析および座屈制御による耐震性能の向上に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 脇山 広三 教授 鈴木 計夫 教授 井上 豊 教授 福本 晴士

論文内容の要旨

立体トラスは大スパン空間を覆う構造として有用であるが、大地震時に過大な力が作用すると、部材座屈を連鎖的に発生して極めて急激な耐力低下を引き起こす。部材軸力が座屈荷重に達する以前に安定降伏する装置（force limiting device, フォースリミティングデバイス、以下 *FLD* と略記する。）は、元来「不整にかかわらず安定した載荷能力を保証できること」を目的として提案されたが、完全剛塑性的な力学特性が要求される *FLD* はエネルギー吸収要素としての機能も兼備している。本論文は、鉛直地震動を受ける 2 層立体トラスの動的挙動を数値解析によって検討し、*FLD* を利用した耐震設計手法を地震エネルギーの収支バランスに基づいて提案し、二重鋼管による *FLD* 部材の単材としての性能、およびこれを 2 層立体トラスに組み込んだときの性能を実験によって検証したものであり、9 章から構成されている。

第 1 章では、既往の研究内容および本研究の対象と目的を述べている。

第 2 章では、座屈を伴うトラスの挙動を数値解析によって検討するための、トラスの剛性方程式を誘導している。ここでは解析制御が容易で精度の高い増分摂動法による定式化を行っている。

第 3 章では、トラス部材の動的座屈挙動を追跡するための振動モデルを提案している。これにより、従来解析不可能であった限界細長比付近のトラス部材の動的座屈後挙動が解析可能となっている。

第 4 章では、*FLD* を使用することにより不整にかかわらず安定した載荷能力を保証できるという既往の提案を、静的数値解析により定量的に検証している。

第 5 章では、建築物の屋上に設置された 2 層立体トラスの鉛直地震による動的挙動を数値解析によって検討している。これにより、地震動が下部建築物で増幅されるために、トラスの設計が地震動に支配される可能性が高いことを示し、トラスに入力される地震エネルギーの算定方法とトラスの動的倒壊条件を提案している。

第 6 章では、*FLD* を利用した 2 層立体トラスの耐震設計手法を提案するべく、*FLD* の適切な配置形式を動的応答解析によって比較検討し、地震エネルギーの収支バランスに基づく設計手法を提案している。

第 7 章では、二重鋼管部材（円形鋼管の中に別の鋼管を挿入することにより部材座屈を拘束するもの）を *FLD* 部

材として提案し、単材としての挙動を実験により検証している。

第8章では、二重鋼管部材を上弦材に組み込んだ5×5グリッド2層立体トラスの静的鉛直載荷実験を行い、トラスとして安定した塑性挙動が達成できることを示し、FLDトラスの実用化に向けての可能性を示している。

第9章では、本研究で得られた主要な成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

立体トラス構造物の鉛直地震動下での挙動については未だ研究資料が乏しく、その設計法に及んでは弾性設計の域を出てないのが現状である。本論文は、鉛直地震動を受ける2層立体トラス構造物の動的挙動を、支持建築物との連成を考慮した数値解析によって解明し、部材座屈を抑止した地震エネルギーを吸収する装置（フォースリミティングデバイス、FLD）を利用した耐震設計手法を提案している。さらに、FLDの具体的な提案と、実験による性能の検証を行っている。得られた成果を要約すると次のようになる。

- (1) トラス構造物の、材料非線形と幾何非線形を考慮した複合非線形解析法を示し、解析結果を圧縮材の座屈実験結果と比較することにより、本解析法の信頼性が高いことを示している。
- (2) 建築物の屋上に設置された2層立体トラスには、下部建築物によって増幅された鉛直地震動が入力されるため、設計が鉛直地震動に支配される可能性が高いことを示している。
- (3) 建築物の屋上に設置された2層立体トラスに入力される地震エネルギーは、質量、固有周期、減衰定数、強度レベルがトラスと等価な1質点弾塑性振動系に入力されるエネルギーで評価されることを示している。
- (4) 2層立体トラスの中央列の上下弦材が降伏するようにFLDを配置することにより、振動エネルギーをFLDで有効に吸収できることを明らかにし、鉛直地震応答時のFLDの変形量と非崩壊部分の部材軸力が、簡便な解析で精度良く評価できることを示している。
- (5) 以上の結果から、地震エネルギーの収支バランスに基づき、FLDを利用した2層立体トラスの耐鉛直地震設計手法を提示している。
- (6) 円形鋼管の中に別の鋼管を挿入して部材座屈を拘束する二重鋼管部材をFLD部材として提案し、これを2層立体トラスに組み込むことにより、安定した荷重-変形挙動が得られることを実験により確認している。

以上のように、本論文は2層立体トラス構造物の鉛直地震動下での挙動を明らかにし、FLDを利用した耐震設計手法を確立しており、その成果は建築構造工学の発展に貢献するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。