

技術紹介

エネルギー法による制振設計

～ハイパー・ブレース(制振用)を用いた多層階倉庫の設計～

Vibration Control Design by Energy Law

田中 政義 *1
TANAKA Masayoshi

田中 康一 *2
TANAKA Kouichi

1. はじめに

近年、物流倉庫建築において、多層階倉庫の需要が増えてきていることを踏まえ、建築事業部では多層階倉庫建設に関する技術開発を行っています。今回は新たな試みとして、「エネルギーの釣合いに基づく耐震計算法(以下、エネルギー法)」と呼ばれる制振設計方法を用いて、過去施工物件の4階建て倉庫をモデルに試設計を行い、耐震設計と制振設計の比較検討をしました。

2. エネルギー法による設計方法と検討項目

(1) 建物概要

工事名称 : 日本梱包運輸倉庫(株)狭山梱包センター
営業所3号倉庫
工事場所 : 埼玉県狭山市
建物用途 : 倉庫(営業用1類倉庫)
構造・規模 : 鉄骨造4階建て
桁長さ 111.7 m × 妻長さ 52.3 m
軒高さ 33.55 m
延床面積 : 24 549 m²
建築面積 : 6 920 m²



日本梱包運輸倉庫株式会社 柏原営業所

(2) エネルギー法とは

エネルギー法は、時刻歴応答解析を行わずに使用可能な制振設計方法で、計算手順は限界耐力計算と類似しています。時刻歴応答解析を行わないため、難易度は従来の耐震設計と同等であり、簡易的に制振設計を行うことができる特徴があります。

(3) 設計方法

今回の試設計は過去に耐震構造で設計した4階建て倉庫について、エネルギー法を用いた制振設計^{1) 2)}を検証しました。

制振構造に欠かせない「制振ダンパー」は、自社保有技術であるハイパー・ブレースの制振タイプを使用して検討しています。

制振用のハイパー・ブレースに使用する鋼材の応力特性を図1に示します。制振タイプには芯材に低降伏点鋼(LY225)を使用します。これは耐震タイプの芯材(SM490)に比べて降伏点が低く、地震などの水平力を受けた際に、小さい応力で早期に降伏するため、地震振動を減衰させる効果があります。また、降伏点のばらつきが小さく、伸び能力に優れた材料特性があります。

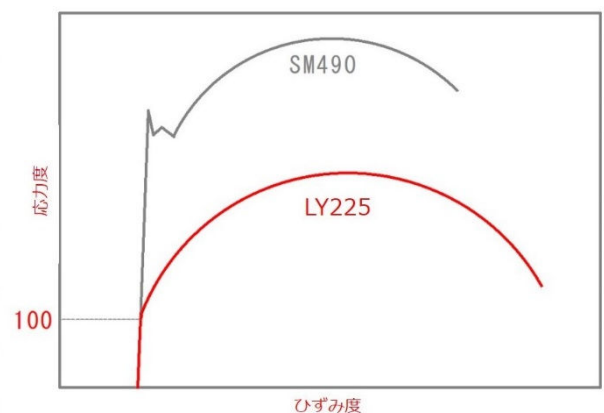


図1 低降伏点鋼材 応力特性

*1 川田工業(株)建築事業部設計部設計一課

*2 川田工業(株)建築事業部設計部設計一課 課長

制振用のハイパー・ブレースは図2に示すように、端部(接合部)の芯材を拡幅することで、芯材塑性化部に溶接を無くした納まりとしており、疲労性能を向上させています。

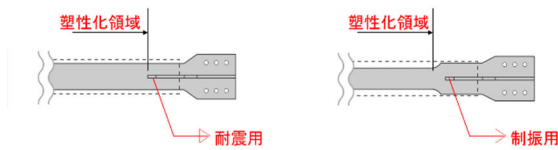


図2 ハイパー・ブレースの形状比較

(4) 検討項目

本研究の検討項目を以下に示します。

- ① エネルギー法を用いた制振設計体制の確立
- ② 耐震設計と制振設計による鉄骨重量、ハイパー・ブレース本数の比較

3. 試設計の結果

(1) 設計体制の確立

今回の試設計は参考文献に記載のある数式を使用し、Excelで自動計算プログラムを作成しました。固有値解析は、一貫計算プログラムと固有値解析ソフトを併用して算出しています。

今回の試設計で、専用の解析プログラム等がなくても、エネルギー法を用いることで、制振設計を行えることを確認しました。

(2) 鉄骨重量の比較

エネルギー法は制振設計であるため、地震時の応力を制振ダンパーで吸収します。その結果、柱や梁などの主部材が負担する応力が減少することから、従来設計と比べて柱は22.64 t(3.4%減)、梁は11.40 t(1.6%減)の軽量化になりました(表1)。

表1 鋼重比較 (t)

部位	従来設計	エネルギー法	差分
柱	678.72	656.08	22.64
梁	727.36	715.96	11.40

また、制振構造を簡易的に設計できる為、地震力の大きい多層階倉庫等に適用することで、コストメリットが期待できます。

(3) ハイパー・ブレースの比較

ハイパー・ブレースの配置図を図3に示します。

試設計に用いた建物には、最上階以外にハイパー・ブレースを配置しています。従来設計ではブレースを合計124本使用していますが、エネルギー法で設計した場合は合計120本となり、4本の削減になりました。

本数を減らすことができたのは、2階と3階の中間階で、最下階は同じ本数という結果になりました。最下階は建物重量のほぼ全てを負担することから、ブレースに

生じる応力も中間階と比べて大きくなります。今回は4階建ての建物ですが、階数が増えた場合でも同様の傾向だと見込まれます。以上より、高層の建物に対してエネルギー法を採用し鋼材と制振ダンパーの使用本数を減らすことで、より経済的な設計につながる事がわかりました。

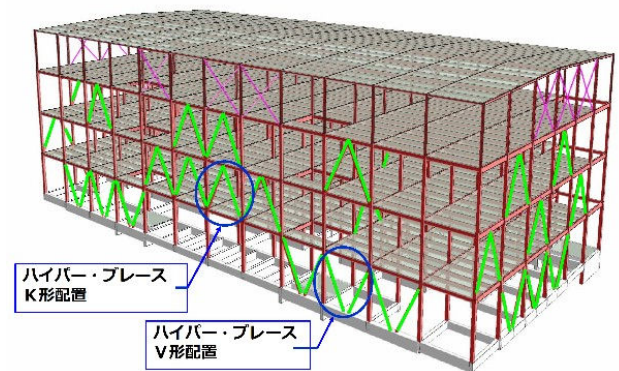


図3 ハイパー・ブレース配置図

4. おわりに

多層階の案件が増加しているため、今後は制振構造で建物を設計する技術は重要であると考えています。

制振構造による設計は、多層階になればなるほど効力を発揮できます。今後、さらなる多層階倉庫の設計が必要になった場合に、今回の研究を役立て、対応していきたいと考えております。

また、制振設計を行うためには、制振構造物に関する知識が必要不可欠です。エネルギー法は時刻歴応答解析を行わずに実施可能な設計方法ですが、制振設計を行う上で時刻歴応答解析は知っておかなくてはならない知識になります。倉庫が多層化して新しい形式になると同様に、私たちが引き続き知識の探求を常に行っていきま

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所，独立行政法人建築研究所，日本建築行政会議，社団法人日本建築構造技術者協会，財団法人日本建築センター：エネルギーの釣合いに基づく耐震計算法の技術基準解説及び計算例とその解説，2005.10.
- 2) 独立行政法人建築研究所，社団法人日本建築構造技術者協会，社団法人日本鋼構造協会，社団法人日本鉄鋼連盟：鋼構造建築物へのエネルギー法活用マニュアル，2008.9.