T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報 Article / Book Information

論題(和文)	ギャップブレースを取り付けた鉄骨架構の力学的挙動の検討 その1 実 験概要
Title(English)	Study on mechanical behavior of steel frame with gap brace system, Part 1 : Outline of experiment
著者(和文)	
Authors(English)	Masatoshi Yano, Daiki Sato, Masaki Minoji, Shugo Takahashi, Kazuhiko Kasai, Kazuhiro Saburi, Tatsuhiko Maeda, Hiroyuki Masuda
出典(和文)	│ │ 日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 793-794
Citation(English)	, , , pp. 793-794
発行日 / Pub. date	2021, 9

ギャップブレースを取り付けた鉄骨架構の力学的挙動の検討

			-
鉄骨架構	大振幅地震動	静的載荷実験	
変形制御機構	ギャップブレース		

1. はじめに

近年,南海トラフ地震による長周期地震動などの大振幅 地震動の発生が予測されており,超高層建物への被害が懸 念されている. 大振幅地震動はこれまでの設計レベルを大 きく上回るため,既存超高層建物においても大振幅地震動 に対する耐震性を検証することが望ましく、制振ダンパー を用いた制振改修がよく検討される.しかし,既存建物は 建築計画や周辺部材の耐力の変更が難しいなどの制約条 件が多く,設計者の定めるクライテリアを満足する制振設 計ができない場合もある. そこで, 設置制限が課せられた 状況でも高い変形制御効果を発揮する機構(以降,変形制 御機構)が求められる.変形制御機構については、ある変 形以上の範囲で作用する硬化型復元力特性を持つ機構と して様々な研究がなされている. 上野ら¹は既存超高層建 物を対象として、オイルダンパーと層間変形があるレベル を超えたときのみ剛性を高めて変形増加を防ぐブレース 機構を併用した制振改修設計法を提案しているが, ブレー スの架構への取り付け方の検討は示されていない.また, 高橋・田村ら²⁾は変形制御機構のギャップ付き剛性増大機 構を取り付けた鉄骨架構を設計・作成し、静的載荷実験を 行い,架構に変形が生じた際に,変形制御機構が剛性を発 揮し変形が制御されることを示したが,架構に及ぼす影響 の詳細な検討は未だ行われていない. そこで本研究では, ブレース材にギャップを設けた機構を取り付けた鉄骨架 構を設計・作成し, 挙動や応力状態の把握を目的とした静 的な検討を行う.本報では、試験体を用いた静的載荷実験 による実験的検討及び線材要素で試験体をモデル化し,実 験を模擬した解析的検討を行う.本報その1では実験の概 要について述べる.

2. 試験体概要

本試験体は、実際の既存超高層建物の寸法を1/4倍に縮小した1層1スパンの部分架構である.図1に試験体および計測概要を示す.なお、計測概要については3.2節で後述する.試験体の柱梁耐力比が1.2となるよう、柱の断面を角型鋼150×150×12、梁の断面をH型鋼194×150×6×9に決定した.ギャップを設けたブレース機構(以降,ギャップブレース)のブレース材断面を,角型鋼80×80×4.5(以降,B80試験体)と角型鋼60×60×3.2(以降,B60試験体)の2種類とし、ブレース材断面の違いを試験体のパラメータとする.B80試験体におけるブレース材に降伏軸力が生じた場合を想定し、接合部に作用する応力を母材の許容応力度で除して得られる安全率 βs が1.5 以上になるように

Study on mechanical behavior of steel frame with gap brace system, Part 1 : Outline of experiment

正会員	○矢野将斗志*1	同	佐藤大樹*1	同	美濃地正樹*1
同	高橋周吾*1	同	笠井和彦*1	同	佐分利和宏*2
同	前田達彦*2	同	増田寛之 ^{*2}		

接合部を設計した.ギャップブレース詳細を図2に示す. ギャップブレースを主架構にある程度の変形が生じた際 に剛性を発揮し始める機構とするため,ブレース材の上部 に箱型の部材(ブレースヘッド)を取り付け,上梁に完全 溶け込み溶接で取り付けた部材(ビームヘッジ)との間に ギャップ(ギャップ間隔)を設けた.試験体は,想定外の 地震発生時に,上梁の降伏は許容するが建物の崩壊を防ぐ というコンセプトで設計されており,ギャップ間隔は設計 コンセプトを考慮した事前解析³⁾より7.5mmに決定した.



図2 ギャップブレース詳細

3. 実験概要

3.1. セットアップ概要

図3にセットアップ概要を示す.z方向に二本並ぶ載荷 フレームの間に設けられた小梁上に基礎梁を設置し,その 上にピン支持材,試験体を設置した.試験体の面外方向挙 動を,2種類の面外拘束治具によって試験体を挟みこむこ とで拘束する.本実験で使用するジャッキの最大揚量は 1000kN であり,左右の2つのジャッキによる繰り返し載 荷を実施する.正載荷時は左ジャッキを圧縮側に変位制御 し,右ジャッキをジャッキフリーの状態とする.負載荷時 はその逆を行った.左右のジャッキの荷重 Q_I,Q_I,はジャ ッキに内蔵されたロードセルより計測されており,ジャッ キ荷重 Q_Iを,Q_I, 2 (L)

YANO Masatoshi, SATO Daiki, MINOJI Masaki, TAKAHASHI Shugo, KASAI Kazuhiko, SABURI Kazuhiro, MAEDA Tatsuhiko, MASUDA Hiroyuki



3.2. 計測概要

図1の計測概要より,層間変形 Δx'を,上梁(d3,4,6,7)と下梁(d36,39)のx方向変位の差から,剛体回転による影響(d44,47)を差し引いたものと定義する. 歪計測は試験体各部材の応力の算出を目的とする.上梁は9断面,下梁は2断面,柱,ブレース材は左右の各部材で2断面の計測を行なっている.上梁,下梁のH型鋼では,上下の各フランジで2枚,ウェブで4枚の1断面当たり計8枚,柱,ブレース材の角形鋼では,各断面に計4枚の歪ゲージを用いる.

3.3. 上梁に生じる応力の算出方法

本節では上梁に生じる応力の算出概要を示す.1断面当 たり8枚の歪ゲージの計測値から,文献4)を参考に最小二 乗法を用いて歪分布を求め(図4(b)),上梁の応力を算出 する.軸歪 *ε_{na} が*断面に一様分布すると仮定し(図4(c)), 上梁の軸力*N^u_{Gi}*は以下のように求められる.

 $N_{Gi}^{u}=A_{G}^{u} \cdot \mathcal{E}_{a}^{u} \cdot \mathcal{E}_{na}$ (1) ここで A_{G}^{u} は上梁の断面積, \mathcal{E}_{G}^{u} は上梁のヤング係数を表す. i ($i=1\sim9$) に生じる曲げモーメント M_{Gi}^{u} は, 歪分布 ε に \mathcal{E}_{G}^{u} を乗じて応力度分布 σ を求め, 上梁断面をフランジと ウェブに分割し (図 4(d)), 以下のように求められる.

$$M_{Gi}^{u} = \sum F_{j} \cdot \overline{y}_{j}$$

ここで F_j は断面j ($j=1\sim4$)の負担する力で、断面jの応力度の平均値 $\overline{\sigma}_j$ に断面jの面積 A_j を乗じた値である. \overline{y}_j は部材の中心軸から断面jの重心までの距離である.

本実験では上梁に降伏が生じることを想定している³⁾. そこで材料試験結果より得られた応力度-歪関係を考慮し て, 歪分布上での歪値 ε が塑性歪 ε, を上回る断面の応力度 を,降伏応力度 σ, で一定とし (図 4(e)),曲げモーメント を算出する.

3.4. 曲げモーメント分布算出方法

上梁のモーメント分布は、曲げモーメントが上梁の部材 軸方向に線型的に分布すると仮定して,前節で算出方法を 示した M^u_{Gi} (i=1~9) を用いて算出する. 図5に正載荷時 のモーメント分布を例として示す. ギャップブレース稼働 時(以降,ブレース稼働時)にブレースヘッドから伝達さ れる力によって、上梁の曲げモーメント分布が不連続とな ることが想定される. 上梁歪計測箇所9断面を, 左ビーム ヘッジ端部を境界として分割し、上梁左側の3断面(①、 ②,③)と残りの6断面においてそれぞれ最小二乗法を用 いて, 柱梁接合部の中心点間におけるモーメント分布を算 出する.負載荷時は、上梁右側の3断面(④,⑤,⑥)と 残りの 6 断面でそれぞれ最小二乗法を用いてモーメント 分布を算出する.なお、ブレース稼働前において、最小二 乗法で用いる断面を9断面にした場合と、3断面と6断面 に分割した場合のモーメント分布が, 概ね一致しているこ とを確認している. 柱, ブレース, 下梁の曲げモーメント 分布を算出するにあたり、まず歪計測箇所の2断面で曲げ モーメントを算出する.曲げモーメントは各部材軸方向に 線型的に分布すると仮定し, モーメント分布の勾配を求め. 部材端まで延長したものを曲げモーメント分布とする.



4. まとめ

本報その1では,試験体および実験概要について述べた. 本報その2では実験結果の考察を示す.

謝辞および参考文献は本報その3にまとめて記す.



(2)

- *1東京工業大学
- *2株式会社 竹中工務店

*1 Tokyo Institute of Technology

*2 Takenaka corporation