

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	高強度鋼を用いた鋼構造中低層建物の耐震評価
Title	
著者(和文)	野村尚史, 佐藤大樹, 北村春幸, 藤澤一善
Authors	Naoshi Nomura, daiki sato, Haruyuki Kitamura, Kazuyosi Fujisawa
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-2, , pp. 785-786
Citation(English)	, Vol. B-2, , pp. 785-786
発行日 / Pub. date	2011, 8
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf: http://ci.nii.ac.jp/naid/110009519006

高強度鋼を用いた鋼構造中低層建物の耐震評価

正会員

○野村尚史^{*1} 佐藤大樹^{*1}北村春幸^{*1} 藤澤一善^{*2}

高強度鋼

高耐震化

中低層建物

時刻歴応答解析

履歴減衰型ダンパー

1. はじめに

建築物は解体や新築に伴う環境負荷が大きいいため、100 年単位で使い続ける長寿命建築が目ざされている。平成 16 年度から 20 年度にかけて、府省連携プロジェクトや国土交通省総合技術開発プロジェクト¹⁾ (以下、総プロ等と呼ぶ) が実施され、建築構造用高強度 780 N/mm² 鋼材 H-SA700²⁾ (以下、高強度鋼と呼ぶ) を用い履歴減衰型ダンパーと組み合わせることで、震度 7 クラスの地震に対しても主架構は弾性範囲に留まる新構造システム建築物の開発が行われている。ただし、高強度鋼は降伏比の上限値が 98 % と高いため、高強度鋼を用いる場合、大地震に対しても主架構を弾性範囲に留める設計が必要となる。

本報では、総プロ等での検討内容を実用化させるため、主架構全てに高強度鋼を用いた場合の部材断面を算定し、時刻歴解析による応答性状について考察する。

2. 対象建物と検討用地震動の概要

対象建物は、地上 8 階の鋼構造中低層建物とし、基準階伏図と軸組図を図 1 に示す。本解析には 3 次元部材レベルモデルを用いる。スラブの合成効果は梁の曲げ剛性のみ考慮し、梁の断面 2 次モーメントを両側スラブでは 1.8 倍、片側スラブでは 1.5 倍にしている。減衰は、主架構の 1 次固有周期 $f_1 T_1$ に対して $h = 2\%$ となる剛性比例型とし、主架構のみに与えている。本報では、ダンパーとして、軸材に LY225 を用いた座屈拘束ブレースを使用し、復元力特性を完全バイリニアでモデル化している。また、ダンパーの塑性化部長さは柱・梁芯間長さの 0.25 倍としている。

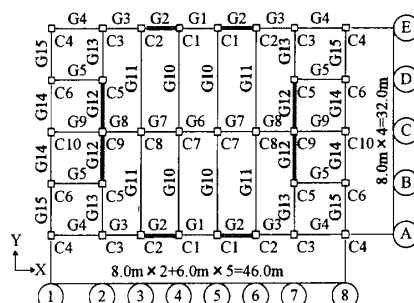
検討用地震動のスペクトルを図 2 に示す。本報では、対象建物の 1 次固有周期付近が卓越する JMA KOBE NS (以下、JMA KOBE と呼ぶ) と、コーナー周期 $T_c = 0.64$ (sec) 以降で $S_v = 160$ cm/sec ($h = 5\%$) となる模擬地震動の ART KOBE を使用する。

3. 高強度建物の設計

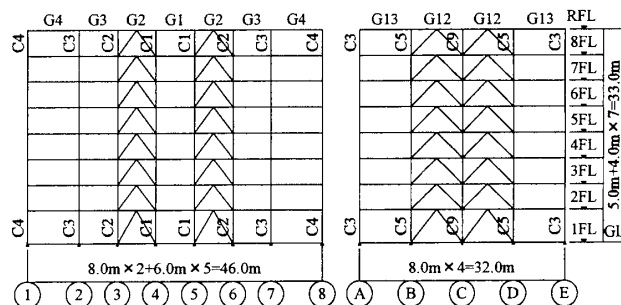
3.1 断面算定フロー

初めに、主架構に建築構造用 235 N/mm² 鋼材 SN400 (以下、普通鋼と呼ぶ) を用いた中低層建物を、 $C_0 = 0.2$ で許容応力度設計を行い、このモデルを S4-05H と呼ぶ。このモデルは部材の塑性化を許容するため、部材の幅厚比を FA ランク、柱梁耐力比を 1.5 以上とする。次に、S4-05H の主架構に対して、部材断面を変更せずに高強度鋼に変更したモデルを H7-05H と呼ぶ。高強度鋼は普通鋼に比べ、幅厚比制限値が 4 割程度低減するため、幅厚比が FD ランクとなる部材もある。

次に、ダンパーを設置し、主架構に高強度鋼を用いた場合の部材断面を再算定する。H7-05H にダンパーを図 1 に示す位置



(a) 基準階伏図 — ダンパー設置位置



(b) A, E 通り軸組図 (c) X2, X7 通り軸組図

図 1 対象建物の基準階伏図と軸組図

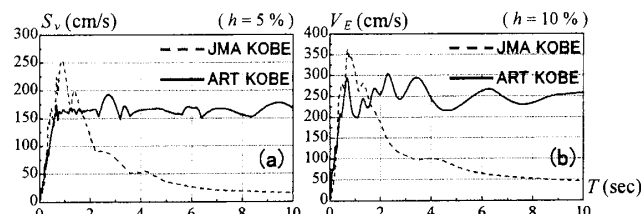


図 2 (a) 速度応答スペクトル, (b) エネルギースペクトル

に設置し、JMA KOBE を用いてダンパーの降伏層せん断力係数 α_{y1} を変えたパラメータスタディから、応答値の低減するダンパー量を決定する。決定したダンパー量 ($\alpha_{y1} = 0.08$) での ART KOBE $S_v = 160$ cm/sec を入力とした時刻歴解析結果から、1 層の主架構の層せん断力 Q_1 を算出し建物の全重量 W を用いて、主架構のベースシア係数 f_c を次式より算出する。

$$f_c = f_c Q_1 / W \quad (1)$$

求めた f_c に S4-05H の 1 次固有周期 $f_1 T_1^{(0)}$ を掛けた標準せん断力係数 $C_0 (= f_c C_b \cdot f_1 T_1^{(0)})$ を用いて、許容応力度設計を行う。上述したように、高強度鋼は弾性範囲での使用に限られるため、部材の幅厚比の下限は FC ランク、柱梁耐力比の下限値は 1.2 まで許容する。決定した断面に対して、再度 ART KOBE $S_v = 160$ cm/sec を用いた時刻歴解析を行い、 f_c が 0.2 に近い値となるまでこの作業を繰返す。本報では、3 回の収斂計算を行った。それぞれのモデルを H7-06H, H7-07H, H7-08H と呼び、それらの特性については次節で詳しく述べる。

3.2 断面算定の収斂経過

主架構に高強度鋼を用いた各モデル（H7-05H～H7-08H）の、 $f_c C_b$ とダンパー層せん断力の割合 $s Q_1 / Q_1$ の変化を図3に、 $f T_1$ と W_{steel} / A_{area} の変化を表1に示す。本報では、H7-08Hにおいて $f_c C_b = 0.21$ となった。以降、S4-05H, H7-05H, H7-08Hに着目する。図3と表1より、H7-08HはH7-05Hに対して、 $f T_1$ はX方向で1.64倍、Y方向で1.69倍、 $s Q_1 / Q_1$ はX方向で1.68倍、Y方向で1.61倍、 W_{steel} / A_{area} は37%減少した。

主架構の静的解析結果より得られた1層の層せん断力 Q_1 と層間変形角 R_1 関係を図4に示す。図4より、H7-05HはS4-05Hに対して、降伏層間変形角はX方向で3.11倍、Y方向で2.95倍となっており、H7-08HはS4-05Hに対して、降伏層間変形角はX方向で5.18倍、Y方向で4.92倍、1層弾性剛性はX方向で0.33倍、Y方向で0.28倍となった。

4. 時刻歴応答解析による応答値の比較

$s \alpha_{y1}$ を変えたパラメータスタディを行う。検討ダンパー量は、 $s \alpha_{y1} = 0.02 \sim 0.30$ とする。X方向を対象とし、最大層間変形角 R_{max} 、入力エネルギー E 、主架構の塑性歪エネルギー $f W_p$ 、梁の最大塑性率 $G \mu_{max}$ 、ダンパーの最大歪 $s \epsilon_{max}$ の解析結果を図5に示す。 $s \epsilon_{max}$ は、歪が全て塑性化部に集中したと仮定した場合の値である。図5(a)の R_{max} に着目すると、全ダンパー量で大きな応答値となり、全モデルで $R_{max} = 0.015$ (1/67)付近ではほぼ一定となっていることがわかる。図5(c)の $G \mu_{max}$ に着目すると、S4-05Hは全ダンパー量で主架構は損傷し、H7-05Hは $s \alpha_{y1} = 0.02$ 以上で、H7-08Hは $s \alpha_{y1} = 0.02 \sim 0.20$ で損傷していないことがわかる。図5(d)の $s \epsilon_{max}$ に着目すると、全モデルで2～3%付近で一定となっていることがわかる。また、H7-08Hの方がH7-05Hと比較して、小さなダンパー量から応答値が大きくなっていることから、ダンパー効率は良いことがわかる。

H7-05HとH7-08Hで主架構が損傷していない $s \alpha_{y1} = 0.08$ に着目して、層間変形角 R_1 とダンパーの最大歪 $s \epsilon_{max}$ の応答値を図6に示す。検討用地震動はART KOBE $S_v = 80$ cm/sec, 160 cm/secとする。 $S_v = 160$ cm/secでは、下層で大きな応答値となるが、一般的な入力レベルである $S_v = 80$ cm/secでは、 $R_1 = 1/100$ 以下となっていることが確認できる。

5. まとめ

主架構全てに高強度鋼を用いた場合の部材断面を算定し、時刻歴解析による応答性状について考察した。

主架構に高強度鋼を用いることで、大地震に対しても主架構を弾性範囲に留めることができたが、下層でダンパー塑性率や変形が過大なものとなった。今後は、高強度鋼を用いた際的设计クライテリアを定め、それに対する設計を行う予定である。

謝辞

本研究は「日本鉄鋼連盟 鋼構造研究・教育助成金事業」による研究助成を受けたものである。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 国土交通省総合技術開発プロジェクト 高強度鋼等の革新的構造材料を用いた新構造建築物の性能評価手法の開発：国土交通省 国土技術政策総合研究所, 2009.3
- 竹内徹, 大山剛也, 石原直：制振部材を付加した高強度鋼梁の繰返し変形性能 - 制振部材を付加した高強度鋼梁の耐震性能 -, 日本建築学会構造系論文集, 第655号, pp.1671-1679, 2010.9

*1 東京理科大学

*2 JFE スチール株式会社

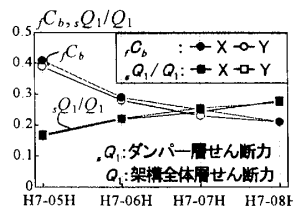
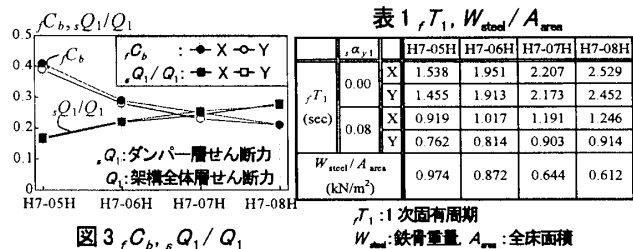


図3 $f_c C_b, s Q_1 / Q_1$

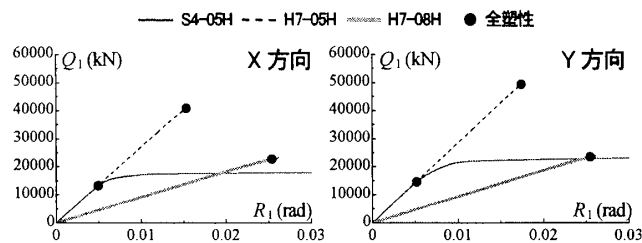


図4 1層の層せん断力-層間変形角

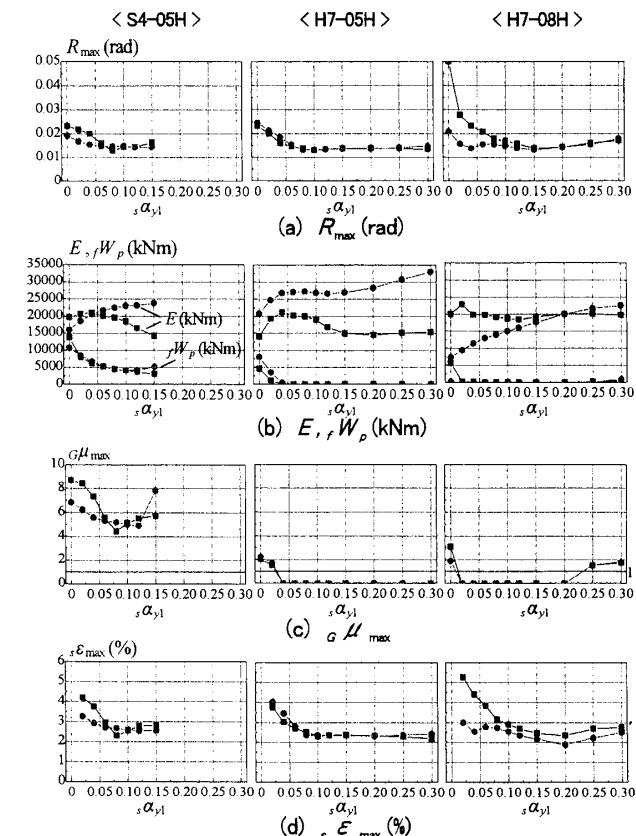


図5 解析結果: ● JMA KOBE, ■ ART KOBE

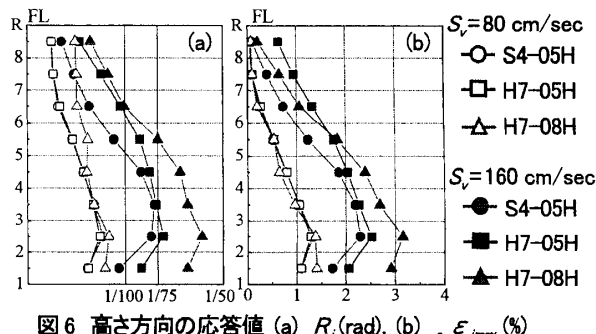


図6 高さ方向の応答値 (a) R_1 (rad), (b) $s \epsilon_{max}$ (%)