

低層鉄骨造住宅の地震応答と損傷評価に関する検討

その2.地震動記録による検証

正会員 皆川 隆之*¹ 同 鷲津 篤夫*²
同 小山 雅人*³ 同 小山 高夫*²
同 花井 勉*⁴

地震動 位相差分スペクトル 低層鉄骨造住宅
時刻歴応答解析 最大層間変位 累積損傷値

1. はじめに

本報(その2)では、'その1'で得た地震動タイプ毎の最大層間変形量-累積損傷値関係(以下、応答特性関係と略記)に関して、実地震動による対応方法と適応性について検証する。

2. 実地震の位相差分スペクトル

本検討で用いる実地震動記録として、直下型、海溝型を含む3波を表1のように選択した。位相差分スペクトルの作成方法は文献⁷⁾⁸⁾を参考に以下のように設定した。

地震動の全データ時間を163.84秒とする。

位相差分スペクトルの分割数は0~2π間を32とする。

パワースペクトル密度99%までの成分を対象とする。

実地震動の最大加速度が発生する時刻を70秒とし、全データ数に対しデータがない場合は'0'を追加する。

ここで、は独自の設定であるが、文献⁷⁾⁸⁾と同様にフーリエ変換におけるリンク効果の除去を目的としている。各波の位相差分スペクトル及び波形を表2に示した。尚、対象とするデータ内に地震動のサブイベントがある場合には別途判断が必要となる。

表1.地震動リスト

地震動名	備考
JMA Kobe NS	兵庫県南部地震 1995
Taft EW	Kern County 地震 1952
八戸 NS	十勝沖地震 1968

3. 地震動タイプの分類

実地震動の位相差分スペクトルは、正規分布に似た形状となる事が知られている⁵⁾。但し、同スペクトルより標準偏差などを求める時には、正規分布との分布の違いにより

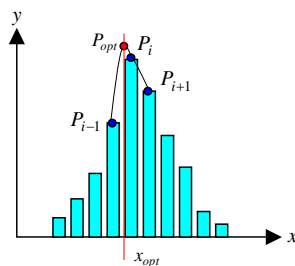


図1.極値の概念図

解析結果に差が生じる事が考えられる。本検討では、実地震動の位相差分スペクトルと正規分布の対応を以下のように設定した。位相差分スペクトルを確率密度に基準化する。最頻値(P_i)と前後の3つのデータより、極値座標(x_{opt}, P_{opt})を求める。正規分布の平均値をx_{opt}とし、正規分布と実地震動の位相差分スペクトルの確率(P_{opt})が同じになる時の標準偏差を設定する。図1は概念図である。

$$P_{opt} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot dx \tag{1}$$

ここで、σ:正規分布の標準偏差

dx:度数分布の間隔(=2π/32)

(1)式から分かるように位相差分スペクトルが作成されれば、陽にσが求まるのは都合がよい。図2に位相差分スペクトルより直接標準偏差を求めた場合をσ₀、提案式(1)により求めた場合をσとし、各標準偏差に対応した確率密度分布を示した。各地震動ともに提案式による確率密度と位相差分スペクトルはよく一致している。また、提案式の値は直接求めた標準偏差の値の半分程である。

4. 応答値の検証

実地震動を用いて時刻歴応答解析を行い、解析結果(1階の最大層間変位及び累積損傷値)を得る。解析結果と応答特性関係を図3に示した。また、同図には3章で求めた位相差分スペクトルの標準偏差に対応する'その1'で提案した近似曲線も示してある。各地震動ともに応答特性関係は設定したばらつき範囲内となり、地震動の位相差分スペクトルの標準偏差を用いた最大層間変位-累積損傷値関係の有効性が確認された。

5. まとめ

本報では'その1'で提案した地震動の位相差分スペクトルの標準偏差を用いた最大層間変位-累積損傷値関係を実地震動を用いて検証した。新たに実地震動の位相差分

表2.地震動波形の比較

	JMA Kobe NS	Taft EW	八戸 NS
位相差分スペクトル			
実地震動波形			

Examination about an earthquake response and damage evaluation of low-rise steel framed housing

TAKAYUKI Minagawa et al.

Part 2 : The verification by earthquake motion record

ベクトルを正規分布に対応させる評価式を導入した結果、各地震動の応答値は、応答のばらつきを考慮した上限・下限値の間となり、提案曲線の有効性を確認した。

この提案した関係を用いると、最大層間変位が求めれば累積損傷値の上限が分かることになる。設計への組み込みとしては、想定地震動を入手すれば、図4のように特殊解である時刻歴応答解析に頼らずに限界耐力計算法+本提案式による累積値（エネルギー）評価が可能となる。今後は検証

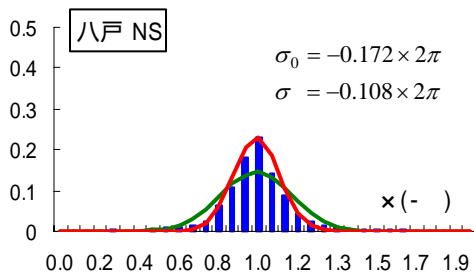
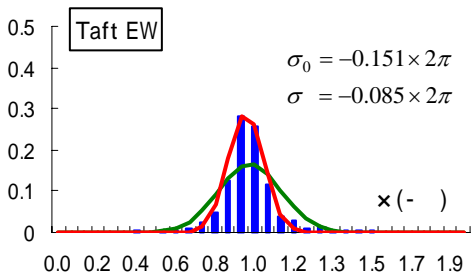
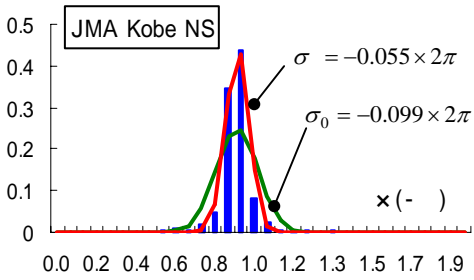


図2. 位相差分スペクトルと正規分布の関係

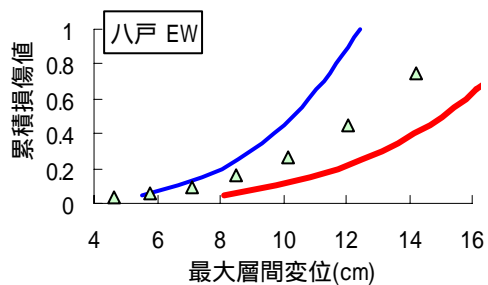
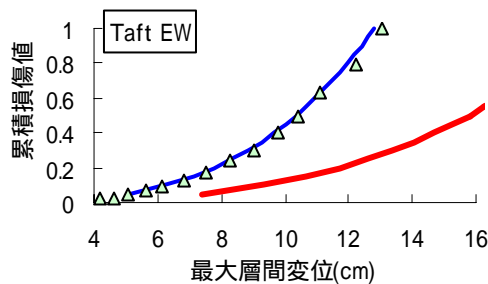
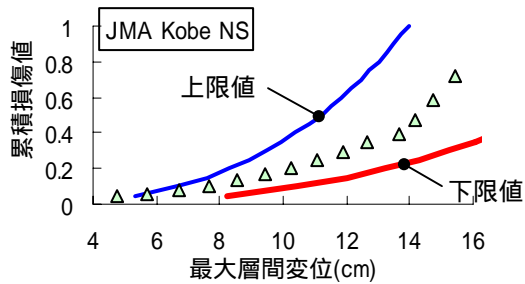


図3. 実地震動の最大応答変位-累積損傷値関係

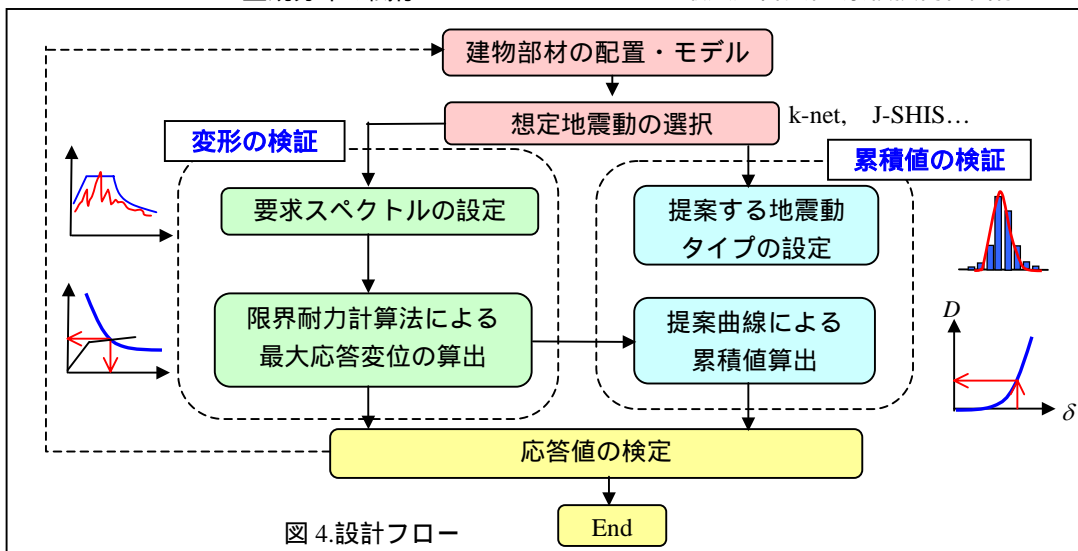


図4. 設計フロー

地震動を増やし、提案した方法の精度を上げていきたい。
参考文献

- 1) 小山雅人、青木博文：繰返し変形を受ける鋼部材の累積損傷評価指標に関する研究、- 極低降伏点鋼を用いた損傷集中評価及び実用的損傷評価法の提案 -、日本建築学会構造系論文集、No562、pp.159 ~ 166、2002.12
- 2) 小山雅人、山本徳人、三宅辰哉、青木博文：低層鉄骨建築物における非構造壁の耐震効果、真の保有耐力性能を知るために、構造工学論文集、日本建築学会、Vol.49B、pp.539 ~ 548、2003.3
- 3) 鷲津篤夫、小山高夫、小山雅人、皆川隆之、花井 勉：低層鉄骨造住宅の被災度判定指標に関する検討、その1 被災度判定指標の構築、日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)、B-2、pp.1045 ~ 1046、2004.8

住宅の被災度判定指標に関する検討、その1 被災度判定指標の構築、日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)、B-2、pp.1045 ~ 1046、2004.8

4) 皆川隆之、鷲津篤夫、小山高夫、小山雅人、花井 勉：低層鉄骨造住宅の被災度判定指標に関する検討、その2 実大振動実験による検証、日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)、B-2、pp.1047 ~ 1048、2004.8

5) 大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門、鹿島出版会
6) 桑村 仁、竹田拓也、佐藤義也：地震動の破壊指標としてのエネルギー入力率、- 直下型地震動と海溝型地震動の比較を通して -、日本建築学会構造系論文集、No491、pp.29 ~ 36、1997.1

7) 山根尚志、長橋純男：位相差分特性を考慮した設計用模擬地震動作成に関する研究、その1 位相差分分布と地震動経時特性に関する理論的背景、日本建築学会構造系論文集、No553、pp.49 ~ 56、2002.3

8) 山根尚志、長橋純男：位相差分特性を考慮した設計用模擬地震動作成に関する研究、その2 位相差分分布と震源・伝播・地盤特性に関する研究、日本建築学会構造系論文集、No559、pp.55 ~ 62、2002.9

*1 (株)日本システム設計 *3 旭化成ホームズ(株)・博士(工学)
*2 旭化成ホームズ(株) *4 (株)日本システム設計・博士(工学)

*1 Nihon System Sekkei Co., *3 Asahi Kasei Homes Co., Dr.Eng
*2 Asahi Kasei Homes Co., *4 Nihon System Sekkei Co., Dr.Eng