

機関番号：13701

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20360200

研究課題名（和文） 海溝型巨大地震を対象とした長い強震継続時間を有する地震動の構造物損傷への影響精査

研究課題名（英文） Comprehensive Survey on Effect of Strong Motion Duration to Structural Damage Derived from Huge Subduction Earthquakes

研究代表者

杉戸 真太 (SUGITO MASATA)

岐阜大学・流域圏科学研究センター・教授

研究者番号：60115863

研究成果の概要（和文）：

わが国の太平洋沖において頻繁に発生する海溝型巨大地震では、地震動の強度が非常に大きいことに加えて、その強震継続時間が極めて長くなることが知られている。構造物の地震動によるダメージが、その強度のみならず強い揺れの継続時間に大きく依存し、その影響の度合いが構造形式に依っても大きく異なることから、これらの影響を詳細に検討し、耐震設計に合理的に取り入れることを検討した。

研究成果の概要（英文）：

A comprehensive survey has been performed regarding the effect of strong motion duration on structural damage. In Japan, most of huge earthquakes have been occurred along the subduction zone of Japan trench. The strong motion generated by these huge earthquakes have very long duration such as 2 or 3 minutes, and the structural damage due to ground motion depend on not only the level of intensity, such as a peak acceleration, but also the ground motion duration. Since the effect of duration on structural damage differs in types of structures, the study has been focused on this point and the application to the seismic design codes for each individual civil engineering structures.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2009年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2010年度	2,300,000	690,000	2,990,000
年度			
年度			
総計	9,000,000	2,700,000	11,700,000

研究分野：

科研費の分科・細目：土木工学・構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：強震継続時間、地震動、海溝型巨大地震、構造物被害

1. 研究開始当初の背景

近年のめざましい経済発展を遂げた我が国は、先の兵庫県南部地震で断層近傍において強烈な強震動を生じさせる内陸直下地震による震災を経験した。この震災を受けて、

様々な社会基盤施設の耐震基準が見直され、強大な地震荷重に対しても崩壊を免れるレベルの設計思想が一般化した。

一方、南海トラフ沿いで繰り返し発生してきている海溝型巨大地震については、過去60

年間において経験していない。地震規模は小さいが断層近傍で強大な地震動となる内陸直下地震に対して、近年被災経験のない断層規模のきわめて大きな海溝型巨大地震に対する地震防災を実行するにあたり、考慮しておかねばならない点は何であろうか？ それは、第一に「非常に長い強震継続時間」であり、第二に「被害の著しい広域性」の2つと考えられる。

現在、逼迫性が極めて高いとされる東海、東南海、南海地震等を対象とした地震防災事業が様々な形で実施されているが、これら2点に着目した具体的な検討までは行われていないのが現状である。この2点について早急に検討し、その結果を防災実務に具体的に反映させることが必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、上記の第一の点「非常に長い強震継続時間」について地震工学的に重要な知見を見出すとともに、防災実務に反映できる具体的な情報を提示することにある。設計実務への応用を視野に入れ、海溝型巨大地震として東海、東南海地震を対象とし、これらの地震による影響が大きい東海6県域での地震動をケーススタディとして考える。

(1) 第一に、海溝型巨大地震による強震動を様々な地点において算定し、地震規模の異なる過去の多くの強震記録と比較することにより、構造物の破壊に関与する強震継続時間の違いを検討する。ここでは、申請者らによって開発され、多くの自治体において使用実績のある強震動予測法EMPRを用いて、断層の破壊伝播のパターン（ディレクティブティ効果）と着目点との関係、表層地盤条件等の強震継続時間への影響、また、内陸直下地震による強震記録と比較して地震動強度と継続時間の2つの要素がどのように異なるのか等、地震工学的観点から検討する。

(2) 第二に、各種構造形式毎に異なる強震継続時間の影響を明確にし、強震動の破壊力をその“強度”と“継続時間”の二つにより表現することを提案する。ここでは、自治体の地震被害想定で重要な検討事項となる(a)一般の木造家屋構造、多くの土木構造物の構造形式である(b)RC構造、さらに、継続時間の影響が著しいと考えられる(c)液状化地盤にお

ける土木構造物、を対象とし、それぞれの構造形式の被害レベルを二つの地震動情報から推定する手法を検討する。

(3) 第三に、近年その手法が確立されつつある地域地震危険度解析の結果に上記検討結果を組み入れる方法論について検討する。地震危険度解析では、年超過確率に対応する地震動強度レベルが算定されるが、その地震動強度に対応する地震像、すなわち、そのような地震動強度をその地域に与える地震の規模(M)と断層までの距離(R)に関する情報が同時に得られる。したがって、このMとRより、1),2)で定義される強震動継続時間を算定し、これまで“地震動強度”のみを対象としてきた地震危険度解析に“継続時間”の情報も組み入れることができる。とくに海溝型巨大地震の影響の大きい地域における地震危険度解析をより有効なものとすることを目指す。

3. 研究の方法

[平成20年度]

初年度では、海溝型巨大地震による強震動の特徴とその工学的表現法について、様々な観点から検討を行うとともに、種々の構造系の損傷に対する強震継続時間の影響の違いについて明確にする。

(1) 海溝型巨大地震による強震動の算定と過去の強震記録との比較検討

震動継続時間の定義に関しては、構造物の履歴エネルギーに着目するなど様々な検討がなされてきている。本検討では、地震動の強さをその時刻歴の加速度パワーの観点からとらえ、パワーの時間軸上での集中度などから地震動を“強度”と“継続時間”の2つのパラメータで表現することを考える。

予測手法(EMPR)は、多くの自治体において使用実績のある強震動予測法であり、断層のアスペリティ分布、断層の破壊伝播のパターン（ディレクティブティ効果）等を考慮できる手法である。

(2) 構造系の損傷度からみた強震継続時間の定義に関する検討

上記(1)の検討結果を踏まえ、各種構造形式毎に異なる強震継続時間の影響を明確にし、強震動の破壊力をその“強度”と“継続時間”の二つにより表現することを提案する。

ここでは、自治体の地震被害想定で重要な検討事項となる(a)一般の木造家屋構造、多くの土木構造物の構造形式である(b)RC構造、さらに、継続時間の影響が著しいと考えられる(c)液状化地盤における土木構造物、を対象として、それぞれの構造形式の被害レベルを二つの地震動情報から推定する手法を検討する。

(3) 強震継続時間を考慮した広域等価震度マップの作成

前年度までの成果に基づき、自治体等で実施されている広域被害予測に強震継続時間の影響を取り入れる方法について検討する。通常の広域被害予測では、想定地震による各地の地震動を算定し、それより気象庁計測震度を求め、この震度を入力強度として各種の被害関数により被害を推定することが多い。

そこで、従来の被害関数に適用するにあたり強震継続時間の影響を加味した”等価な計測震度”を定義し、地震動の継続時間がきわめて長くなる海溝型巨大地震の場合の被害想定に適用する方法を提案する。

4. 研究成果

海溝型巨大地震による強震動の特徴とその工学的表現法に関する前年度までの予備検討に基づいて、強震動継続時間の工学的意義に関して、(1) 断層規模、破壊パターンと着目点との関係等に依存する強震継続時間の検討、ならびに、(2) 構造系の損傷度からみた強震継続時間の定義に関する検討を実施した。また、自治体等で実施されている広域被害予測に強震継続時間の影響を取り入れる手法を提案し、さらに、各種構造形式についての従来の被害関数に強震継続時間の影響を加味した”等価な計測震度”を提案した。

ケーススタディとして具体的な海溝型地震を想定し、典型的な構造形式についての広域における被害推定を実施した。とくに強震継続時間による被害の著しい拡大が懸念される盛土構造（高速道路のような基幹交通ネットワークの盛土構造など）、とくに液状化による被害拡大が著しい河川堤防など、具体的な構造形式を取りあげて、本研究で提案される指標の重要性について検討を行った。

ケーススタディでは、強震動の継続時間が異なる具体的な想定地震に対する被害の程度を算定し、地震動の強度が同程度でも継続時間の長短によって被害レベルが大きく異

なることを示し、耐震設計への継続時間の導入の必要性を定量的に示した。その他の構造形式については、強震動継続時間指標をそれらの被害関数に定量的に導入する方法についてさらに検討を進めている。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計7件)

- 1) Kuse, M., Sugito, M., Kawade, S. : Simulation of Earthquake Motion at Near Field Region of the Past Disastrous Earthquakes, Proc. of 9th U.S. National Conference and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering, Paper No.1403, 2010. [査読有]
- 2) 久世益充・杉戸真太・近藤拓巳：地域固有の地震動特性を考慮した設計用地震動算定法の検討、第13回日本地震工学シンポジウム、pp.1989-1996、2010. [査読無]
- 3) 岩本政巳、清水藤太、杉戸真太：地震動の周期特性、継続時間がRC建物の耐震挙動に及ぼす影響に関する基礎的検討、コンクリート工学年次論文集、第32巻、pp.805-810、2010. [査読有]
- 4) 能島暢呂：緊急地震速報の震源情報を用いた地震動強度予測の不確定性に関する考察、地域安全学会論文集 No.13, pp.397-406, 2010. [査読有]
- 5) 能島暢呂・藤原広行・森川信之・石川 裕・奥村俊彦・宮腰淳一：震度曝露人口による活断層の地震リスク評価、日本地震工学会論文集第10巻、第2号、pp.22-40、2010. [査読有]
- 6) 久世益充・杉戸真太・古本吉倫・川出真嗣・田口孝則：震源特性推定に基づいた2003年十勝沖地震の地震動推定、土木学会地震工学論文集、I-1007、CD-ROM、2009. [査読有]
- 7) 大橋正・杉戸真太・古本吉倫：谷埋め盛土の谷直角方向地震動増幅特性が斜面安定に及ぼす影響、土木学会 地震工学論文集 第30巻、論文番号1-0004、2009. [査読有]

[学会発表] (計10件)

- 1) 川口雄也・久世益充・仲家秀樹・石田優子・杉戸真太：有用な地震防災情報発信のためのアンケート調査と情報システムの検討、土木学会中部支部研究発表会、2011.3.
- 2) 久世益充・仲家秀樹・石田優子・杉戸真太：地域住民の要望を取り入れた地震防災情報システムの検討、第29回自然災害学会学術講演

- 会, pp.199-200, 2010.9.
- 3) 丹羽健友・久世益充・杉戸真太・黒木考司：
基幹交通ネットワークにおける地盤データベース整備と耐震化優先度評価の基礎的検討，
第29回自然災害学会学術講演会, pp.201-202, 2010.9.
 - 4) Masumitsu KUSE, Masata SUGITO and Shinji KAWADE:Simulation of Earthquake Motion Based on the Source Parameters Estimated from Records, 14th European Conference on Earthquake Engineering, (CD-ROM), 2010.
 - 5) 久世益充, 杉戸真太, 仲家秀樹, 石田優子, 岐阜市域を対象とした地震防災情報検索システムの検討, 土木学会中部支部研究発表会, I-35(CD-ROM), 2010.3.
 - 6) 近藤拓巳, 久世益充, 杉戸真太, 佐藤鉄也, 地域固有のやや長周期レベルの地震動特性に基づいた地震動算定法の検討, 土木学会中部支部研究発表会, I-56(CD-ROM), 2010.3.
 - 7) 川出真嗣, 田口孝則, 久世益充, 杉戸真太, 古本吉倫：震源のスペクトル特性を考慮した既往地震における地震動推定, 土木学会中部支部研究発表会, I-13(CD-ROM), 2009.3.
 - 8) 西山和宜, 久世益充, 杉戸真太：詳細な震度予測に基づく地震防災情報の検討, 土木学会中部支部研究発表会, I-17(CD-ROM), 2009.3.
 - 9) 橋本拓也, 杉戸真太, 久世益充, 鶴飼昌寛, 水野靖隆：詳細メッシュ地盤データベースの構築に基づく地震被害想定に関する検討, 土木学会中部支部研究発表会 I-46(CD-ROM), 2008.3.
 - 10) 久世益充, 杉戸真太, 上井慎司：観測震度情報と想定震度分布情報を活用した即時広域震度分布推定法の開発, 土木学会中部支部研究発表会, I-43(CD-ROM), 2008.3.

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計◇件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉戸 真太 (SUGITO MASATA)
岐阜大学 流域圏科学研究センター・教授
研究者番号：60115863

(2) 研究分担者

能島 暢呂 (NOJIMA NOBUOTO)
岐阜大学・工学部・教授
研究者番号：20222200
久世 益充 (KUSE MASUMITSU)
岐阜大学・流域圏科学研究センター・助教
研究者番号：30397319
古本 吉倫 (FURUMOTO YOSHINORI)
長野工業高等専門学校・環境都市工学科・
准教授
研究者番号：90303510
岩本 政巳 (IWAMOTO MASAMI)
名古屋工業大学・工学研究科・准教授
研究者番号：60232716