

新しい想定首都直下地震における広域被害予測

Estimation of Damage to Wooden Houses and Water Distribution Pipes under the New Tokyo Metropolitan Scenario Earthquake

丸山 喜久¹, 山崎 文雄¹

Yoshihisa MARUYAMA¹ and Fumio YAMAZAKI¹

¹ 千葉大学 大学院工学研究科 建築・都市科学専攻

Department of Urban Environment Systems, Graduate School of Engineering, Chiba University

Since the depth of seismogenic fault of the scenario northern Tokyo Bay earthquake was revised by Special Project for Earthquake Disaster Mitigation in Tokyo Metropolitan Area, the new spatial distribution of JMA seismic intensity was recently presented by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan. This study estimates the earthquake-induced damage to wooden houses and water distribution pipes assuming the newly developed earthquake scenario. The estimations are compared with the results obtained from the previous earthquake scenario.

Key Words : the northern Tokyo Bay earthquake, fragility function, wooden house, water distribution pipe

1. はじめに

首都圏における M7 クラスの地震の切迫性¹⁾は従来から指摘されており、その対策が急務である。東京、神奈川、埼玉、千葉の1都3県は、中央防災会議・首都直下地震対策専門調査会が想定している東京湾北部地震²⁾を想定地震として、地震被害想定調査結果をとりまとめ公表している³⁾⁻⁶⁾。地震被害想定は、自治体やライフライン事業者の地震防災対策の充実、住民の自助力の向上、大地震に対する自治体間の広域連携の推進を目的としている⁷⁾。

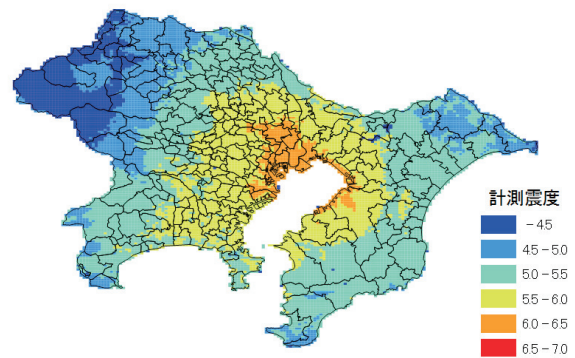
首都直下地震防災・減災特別プロジェクト⁸⁾は、首都圏とその周辺で発生する地震像を明らかにすること、都市施設の耐震性評価や機能確保、首都直下地震の社会への影響評価、復旧・復興対策の検討を目的に平成19年度から23年度まで実施されてきた。この研究の成果として、フィリピン海プレート上面の深さが平成17年に中央防災会議が採用したプレート構造モデルより約10km浅くなっていることが確認された⁹⁾。この結果をふまえて東京湾北部地震の地震動を見直したところ、震度7の地域が点在し、震度6強の領域が広がった。

本研究では、東京、神奈川、埼玉、千葉の1都3県について見直された東京湾北部地震の地表面地震動分布を用いて木造建物と上水道管（配水管）の被害予測を行った。さらに、平成17年に中央防災会議が公表した東京湾北部地震の際に推定される被害量¹⁰⁾と比較した。

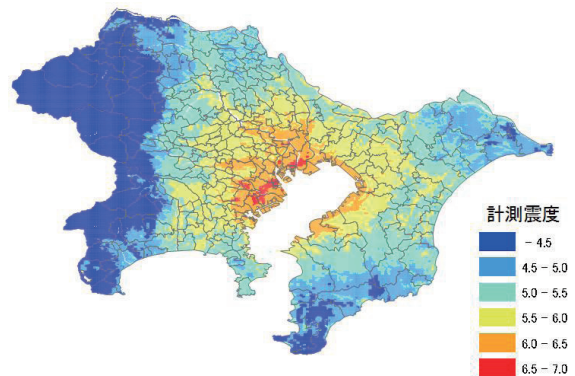
2. 見直された東京湾北部地震の地震動分布

図1に中央防災会議によって公表された東京湾北部地震の地表面計測震度分布と首都直下地震防災・減災特別プロジェクトによって見直された東京湾北部地震の計測震度分布を比較する。中央防災会議の東京湾北部地震では、震度6強が主として東京都東部で予測されているのに対して、震源断層の深さを見直した今回の想定結果では、東京都江戸川区、江東区、神奈川県川崎市、横浜市の一部地域で震度7の揺れが予測されている。

両者の震度分布で震度6強以上の面積を比較すると、



(a) 中央防災会議（平成17年）



(b) 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（平成24年）

図1 東京湾北部地震の計測震度分布

中央防災会議の予測結果は約700km²なのに対して、今回見直された結果では約1000km²と1.5倍程度広がっている。なお、中央防災会議の結果は1kmメッシュ単位で予測されているのに対して、首都直下地震防災・減災特別プロジェクトの結果は250mメッシュ単位で予測されている。

3. 木造建物の被害予測

地震被害想定で見積もられる木造建物被害は、揺れ

表 1 木造建物被害関数のパラメータ¹¹⁾

建築年代	全壊率	
	λ	ζ
～1960	6.25	0.27
1961～1980	6.40	0.32
1981～	6.95	0.44

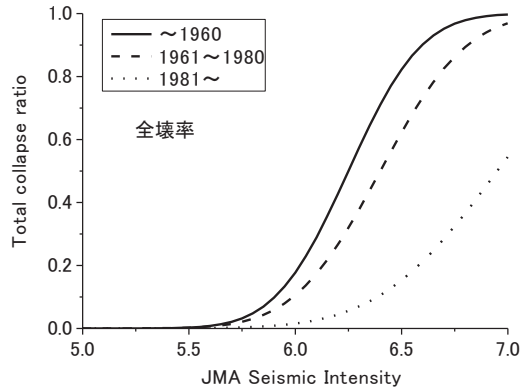


図 2 木造建物の被害関数¹¹⁾

(地震動強さ)、液状化、急傾斜地崩壊、火災などに起因するものに大別されるが、本研究では揺れによる木造建物被害（全壊）のみを検討対象とした。標準的な建物被害予測手法として、内閣府¹¹⁾が建築年代別の木造建物全壊率を推定する方法として示している山口・山崎¹²⁾をもとにした被害関数を使用する。木造建物の被害率は式(1)のように表されるものと仮定する。

$$P(I) = \Phi\left(\frac{I - \lambda}{\zeta}\right) \quad (1)$$

ここで、 $\Phi(x)$ は標準正規分布の確率分布関数を表し、 I は計測震度、 λ は計測震度の平均値、 ζ は標準偏差である。内閣府¹¹⁾は、 λ と ζ を表1のように定めている。本研究で使用した木造建物の被害関数を図2に示す。

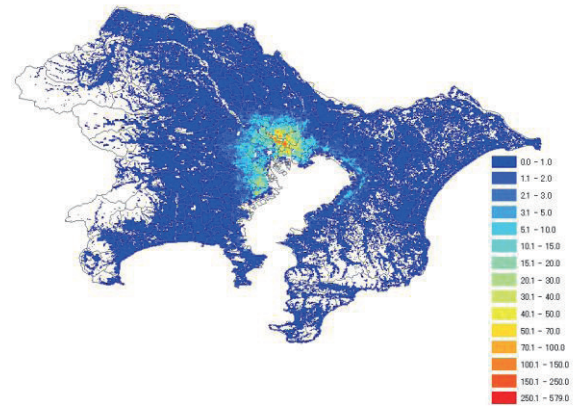
図1に示した2つの地表面計測震度分布を用いて、木造建物の全壊棟数を予測する。建物インベントリーについては、1都3県の地震被害想定に用いられているデータを著者が共通の建築年代区分に整理した250mメッシュのデータ¹⁰⁾を使用した。図3に木造建物の全壊棟数分布を示す。中央防災会議が予測した東京湾北部地震の際には、震度6強以上の揺れが予測されており、さらに1960年以前に建てられた木造建物の多い東京都東部を中心に被害数の大きいメッシュが分布している。一方、震源断層が見直された東京湾北部地震では、東京都東部に加えて東京都大田区、川崎市、横浜市の一部地域でも多数の全壊建物が生じることが懸念される。本研究の推定結果では、中央防災会議が想定した東京湾北部地震の全壊棟数は約16万棟、東京湾北部地震の震源断層を見直した場合は約39万棟であった。

4. 上水道管の被害予測

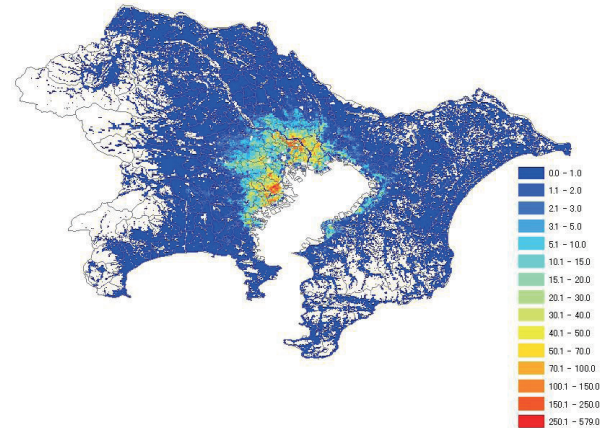
磯山ら¹³⁾は水道管路の被害率 R_m (件/km)の推定式を以下のように提案している。

$$R_m(v) = C_p C_d C_g C_l R(v) \quad (2)$$

ここで、 C_p は管種係数、 C_d は管径係数、 C_g は地形・地



(a) 中央防災会議 (平成 17 年)



(b) 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト (平成 24 年)

図 3 木造建物の全壊棟数分布の比較

盤係数、 C_l は液状化係数、 v は地動最大速度 (PGV) である。

$R(v)$ は、標準被害率曲線と呼ばれ、標準的な管路 (CIP, $\phi 100-150\text{mm}$) が一般的な条件で埋設されている場合 (沖積地盤に浅く埋設) の被害率と地動最大速度の関係式である。本研究では、著者が近年の被害地震における水道管被害データを取り入れて構築した標準被害率曲線¹⁴⁾を使用する (図4)。

図1に示した2つの地表面計測震度分布を用いて、上水道管の被害件数を予測する。永田・山本¹⁵⁾は、複数の自治体から入手した埋設管路のベクトルデータから作成した標準地域メッシュの4次メッシュ (500mメッシュ) 単位の管種・管径別管路延長と同じメッシュに割り当てられた人口、世帯数、事業所数などの各種統計データ、道路延長、地形区分などのデータを用いて埋設管の敷設範囲の判別式と埋設管延長の予測式に関する検討を行った。その結果、道路延長、昼夜間人口、地形などをパラメータとした上水道管、下水道管、ガス管の判別式を提案し、道路延長、一戸建世帯数、事業所数、共同住宅世帯数をパラメータとする埋設管路延長の予測式を構築している。本研究では、この方法に従って1都3県の配水管延長を推定し、被害予測に用いた。さらに、式(2)の補正係数については、著者らの既往の研究¹⁰⁾と同じ値を使用した。

首都直下地震防災・減災特別プロジェクトでは、震源断層の深さを見直した場合の計測震度分布が公開されているが、この地震動を用いた液状化予測は行われていな

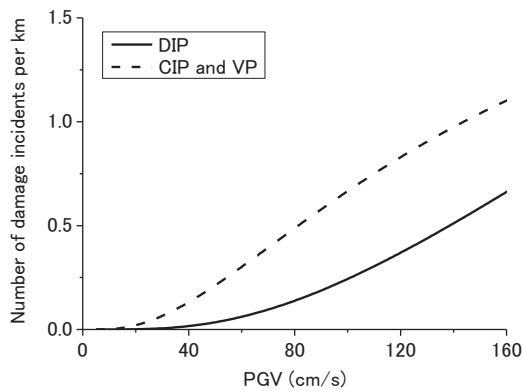
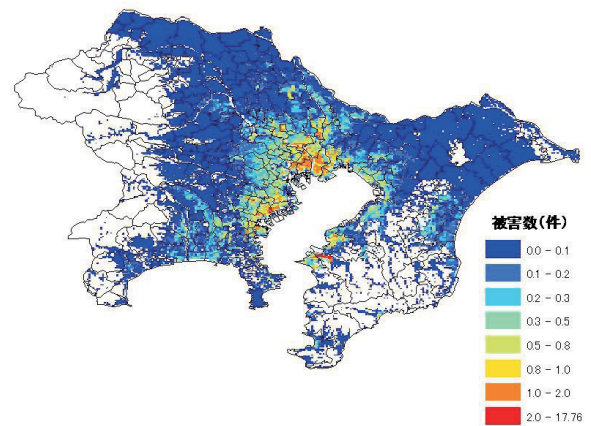


図4 上水道管の標準被害率曲線¹⁴⁾



(a) 中央防災会議 (平成 17 年)

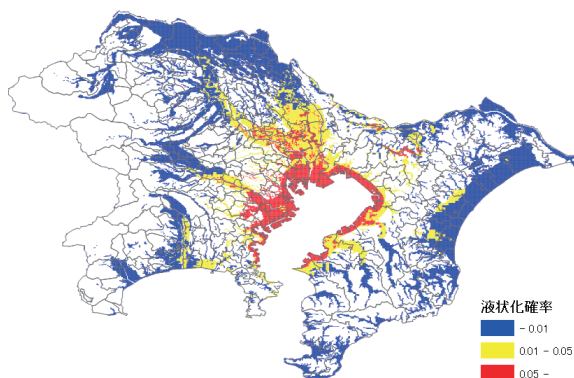
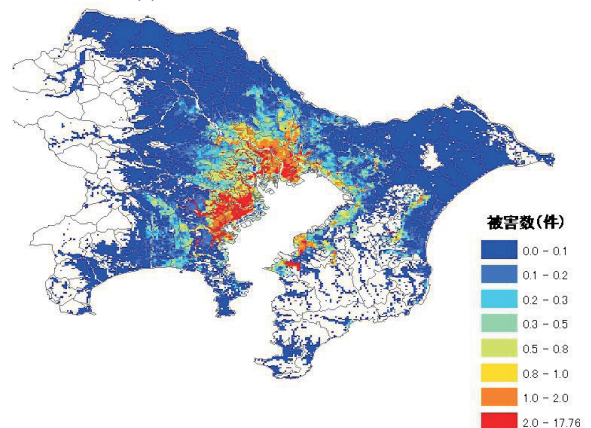


図5 見直された東京湾北部地震の際の液状化発生確率



(b) 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト (平成 24 年)

図6 上水道管被害件数の比較

い。そこで、松岡らの手法¹⁶⁾に従って1都3県の液状化予測を行った。松岡ら¹⁶⁾は、計測震度、微地形区分と液状化発生確率の関係式を構築しており、本研究では、液状化発生確率が0.05以上のメッシュでは式(2)の C_f を2.4, 0.01~0.05では2.0, 0.01未満では1.0と仮定した(図5)。

図6に、上水道管の被害件数を比較する。なお、式(2)を用いて被害率を算出する際に、Karim and Yamazaki¹⁷⁾による関係式を用いて、計測震度をPGVに換算している。中央防災会議の東京湾北部地震の際には、震度6弱以上を示す地域で配水管に多くの被害が予測されている。震源断層が見直された東京湾北部地震については、本研究の手法では主として震度6強以上の広い範囲で液状化発生確率が高いものと予測される(図1, 図5)。このため、これらの地域では上水道管の被害件数がとくに多く推定される。本研究の推定結果では、中央防災会議の東京湾北部地震の際には約1.7万件の上水道管被害が見込まれ、首都直下地震防災・減災特別プロジェクトが提示した地震動の場合には約3.4万件の被害が予測される。

4. まとめ

本研究では、平成17年に中央防災会議によって公表された東京湾北部地震と平成24年に文部科学省が公表した東京湾北部地震の計測震度分布を用いて、1都3県の木造建物と上水道管の被害予測を行った。震源断層の深さが見直された場合、東京都江戸川区、江東区、神奈川県川崎市、横浜市の一部地域で震度7の揺れが予測さ

れ、震度6強以上の面積が約1.5倍程度となる。

見直しが行われた東京湾北部地震の際の木造建物の全壊棟数は約39万棟と推定され、従来の地震動下の2倍以上の値を示した。上水道管についても、従来の倍である約3.4万件の被害が予測された。

参考文献

- 1) 内閣府：平成22年度防災白書，<http://www.bousai.go.jp/hakusho/h22/index.htm>, 2010.
- 2) 中央防災会議・首都直下地震対策専門調査会：首都直下地震対策専門調査会報告，2005
- 3) 東京都：首都直下地震による東京の被害想定，2006.
- 4) 千葉県：千葉県地震被害想定調査報告書，2008.
- 5) 埼玉県：埼玉県地震被害想定調査報告書，2008.
- 6) 神奈川県：神奈川県地震被害想定調査報告書，2009.
- 7) 梶秀樹，塚越功：都市防災学，学芸出版社，2007.
- 8) 東京大学地震研究所，防災科学技術研究所，京都大学防災研究所：首都直下地震防災・減災特別プロジェクト総括成果報告書，2012.
- 9) 文部科学省：首都直下地震防災・減災特別プロジェクトにおける震度分布図の公表について，http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/24/03/1319353.htm, 2012.
- 10) 丸山喜久，山崎文雄：広域被害予測に基づく東京湾北部地震における上水道管と木造建物被害の相関性，第31回土木学会地震工学研究発表会講演論文集，CD-ROM，9p，2011.

- 11) 内閣府：地震防災マップ作成技術資料，2005.
- 12) 山口直也，山崎文雄：詳細な建物情報を含む被災度調査結果に基づく西宮市の地震動分布の再推定，土木学会論文集，No. 640/I-50，pp.203-214，2000.
- 13) 磯山龍二，石田栄介，湯根清二，白水暢：水道管路の地震被害予測に関する研究，水道協会雑誌，第 761，pp.25-40，1998.
- 14) 丸山喜久，山崎文雄：近年の地震被害データを加味したマクロな配水管被害予測式の改良，土木学会地震工学論文集，Vol. 30，pp. 565-574，2009.
- 15) 永田茂，山本欣弥：地震被害想定で用いるライフラインの埋設管延長の予測モデルに関する検討，土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集，pp. 871-872, I-436, 2011.
- 16) 松岡昌志，若松加寿江，橋本光史：地形・地盤分類 250m メッシュマップに基づく液状化危険度の推定方法，日本地震工学会論文集，第 11 卷，第 2 号，pp. 20-39, 2011.
- 17) Karim, K. R. and Yamazaki, F.: Correlation of the JMA Instrumental Seismic Intensity with Strong Motion Parameters, Earthquake Engineer-ing and Structural Dynamics, Vol. 31, No. 5, pp. 1191-1212, 2002.