

サイト特性置換手法に基づく 2009 年駿河湾地震(Mj6.5)の余震における 東名高速道路盛土崩落地点での地震動の推定

日本工営(株)中央研究所	〔正〕	秦 吉弥
広島大学大学院工学研究科	〔正〕	一井康二
(独)港湾空港技術研究所	〔正〕	野津 厚
京都大学大学院工学研究科	〔正〕	古川愛子
大阪大学大学院工学研究科	〔正〕	常田賢一

1. はじめに

2009 年静岡県駿河湾の地震(M6.5)により、東名高速道路牧之原 SA 付近における盛土法面が崩落し、通行機能の不全につながった(写真-1 参照)。地震災害検討委員会¹⁾によれば、盛土法面の崩落メカニズムとして、まず、本震によって盛土下部(中腹小段～法尻)が崩落し、次に、盛土下部が失われたことで盛土上部(法肩～中腹小段)が不安定化し、最後に、盛土上部が崩落し車両通行帯まで斜面崩壊が進行したと報告されている。今後の高速道路盛土の耐震性評価のためにも、当該地点の地震動を本震^{2),3)}だけでなく、余震についても推定することは重要である。本稿では、サイト特性置換手法⁴⁾を用いて、当該地点での余震による強震動を推定した結果について報告する。



写真-1 盛土崩落状況(国際航業(株)提供)

2. 地震観測の実施

図-1 に 2009 年駿河湾の地震(M6.5)による断層モデルと本震・余震の震央分布を示す。本稿において地震動推定の対象とする余震イベントは、2009 年 8 月 11 日 6 時 13 分の余震(M4.0)(Aftershock1)および同日 6 時 27 分の余震(M4.4)(Aftershock2)の 2 つである。図-2 には、盛土崩落地点周辺における最大加速度値(3 成分合成)の分布を本震および対象余震について示す。この図より、本震および余震ともに一様な距離減衰とはなっておらず、各強震観測点のサイト特性による影響がそれぞれ顕著に表われている。著者らは、本震発生後の 2009 年 9～12 月の約 4 ヶ月間、崩落地点近傍の朝生公民館(崩落地点の H/V スペクトルの特性と類似していることを確認済)において地震観測を実施した。その結果、駿河湾を震源とする地震として、2009 年 10 月 13 日 4 時 22 分の余震(M2.6)(Aftershock3 : 図-1 参照)による観測記録を得た。図-3 には、崩落地点とその周辺の強震観測点でのサイト増幅特性^{2),3)}を比較したものを示す。この図より崩落地点のサイト増幅特性が比較的小さくなっていることが読み取れる。

3. サイト特性置換手法

図-4 は、サイト特性置換手法における地震動推定のフローである。まず、基準強震観測点として盛土崩落地点の最近傍にあたる榛原庁舎を選定し、Aftershock1 および Aftershock2 による地震動に対して、パーセンウィンドウを考慮したフーリエ変換を実施し、榛原庁舎におけるフーリエ振幅を算定する。次に、算定したフーリエ振幅に対して榛原庁舎と検討対象地点(盛土崩落地点もしくは K-NET 榛原)の震源からの距離の差異に基づく幾何減衰による補正を施す。幾何減衰補正を施したフーリエ振幅に対して、サイト増幅特性の比率(検討対象地点/榛原庁舎)を掛け合わせることで、対象余震時の検討対象地点における地震動のフーリエ振幅を設定する。最後に、検討対象地点において採用したサイト位相特性(Aftershock3 による余震観測記録のフーリエ位相)に基づく、因果性を考慮したフーリエ逆変換⁵⁾を実施し、検討対象地点における対象余震による地震波形を推定した。図-5、図-6 は、対象余震による K-NET 榛原での観測波とサイト特性置換手法に基づく推定波を比較したものである。この図より、観測波と推定波が概ね一致しており、サイト特性置換手法の妥当性を確認できる。すなわち、サイト特性置換手法を採用すれば、盛土崩落地点での対象余震による地震動を比較的精度良く推定できる可能性が高いことを示唆している。

4. 強震動推定結果

図-7 に、Aftershock1 および Aftershock2 による盛土崩落地点での地震動(地表法尻相当の 2E 波)を推定した結果を示す。これらの推定波の計測震度は、Aftershock1 および Aftershock2 ともに 1.0 である。また、最大水平加速度は 10gal 未満となっており、周辺の強震観測点での地震動記録(図-2 参照)と概ね調和的である。

キーワード 余震, 盛土, サイト増幅特性, サイト位相特性, 地震観測

連絡先 〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原 2304 日本工営(株)中央研究所 TEL 029-871-2037 FAX 029-871-2022

謝辞：防災科研 K-NET, NEXCO 中日本, 気象庁, 静岡県の地震観測記録を使用させていただきました。記して謝意を表します。

参考文献：1) 中日本高速道路(株)(2009)：東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会, 委員会資料。2) 秦吉弥ほか(2010)：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した 2009 年駿河湾の地震における東名高速道路盛土崩落地点での地震動の推定, 土木学会論文集 A(投稿中)。3) 秦吉弥ほか(2010)：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法に基づく 2009 年駿河湾の地震における東名高速道路盛土崩落地点での地震動の推定, 第 45 回地盤工学研究発表会(投稿中)。4) 秦吉弥ほか(2009)：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した八戸市箕子渡における強震動の推定, 地盤と建設, 27(1)。5) 野津厚ほか(2009)：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法の改良-因果性を満足する地震波の生成-, 土木学会論文集 A, 65(3), 808-813。

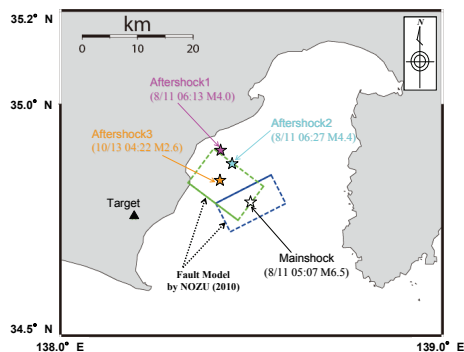


図-1 推定対象とする余震

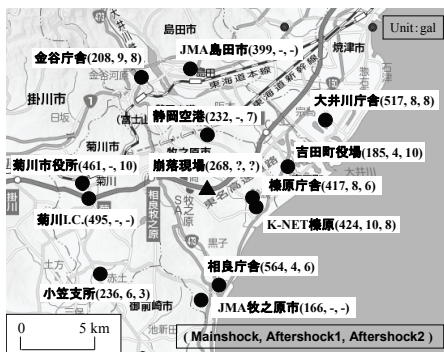


図-2 本震および余震による最大加速度分布

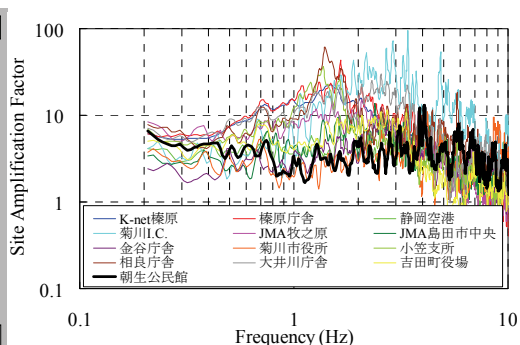


図-3 サイト増幅特性(地震基盤～地表)^{2),3)}

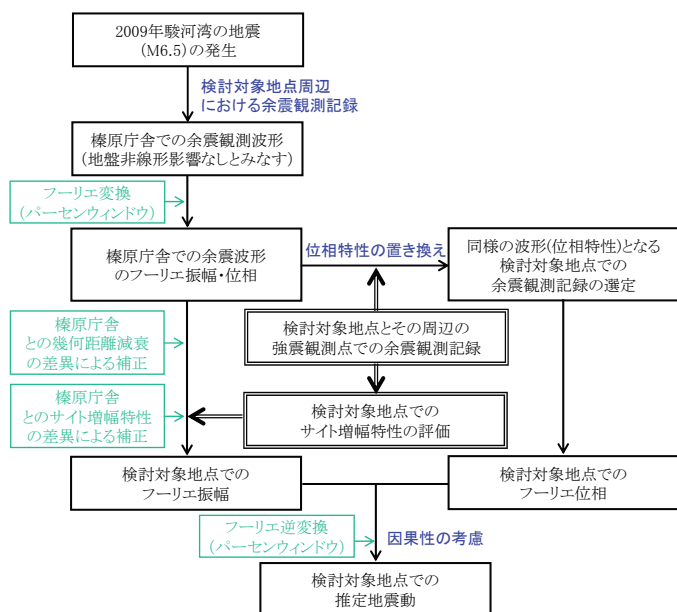


図-4 サイト特性置換手法による地震動の推定

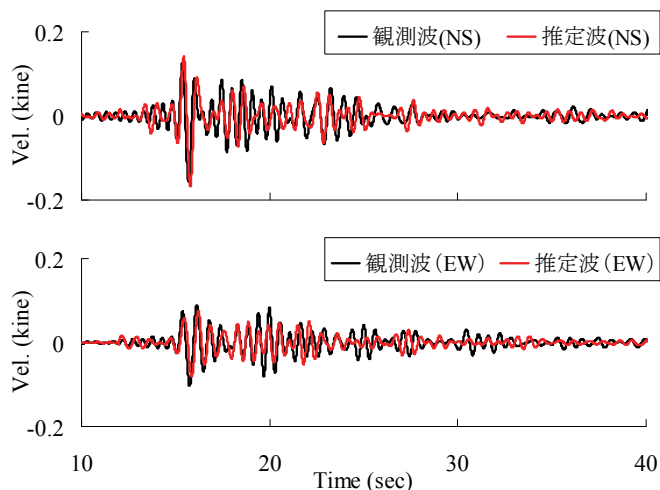


図-5 地震動の再現性確認例①【K-NET 榛原】(Aftershock1)

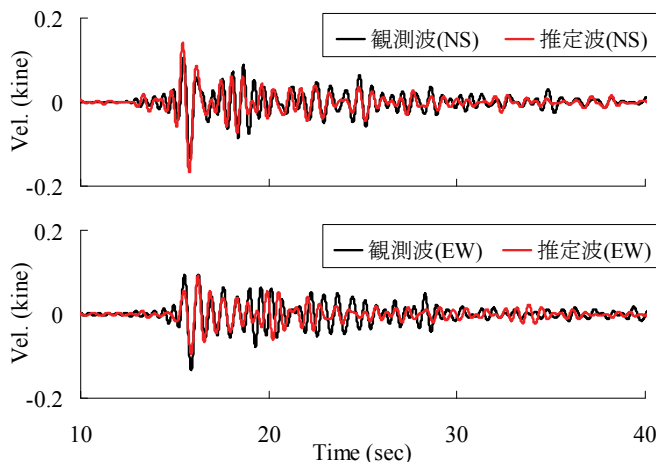


図-6 地震動の再現性確認例②【K-NET 榛原】(Aftershock2)

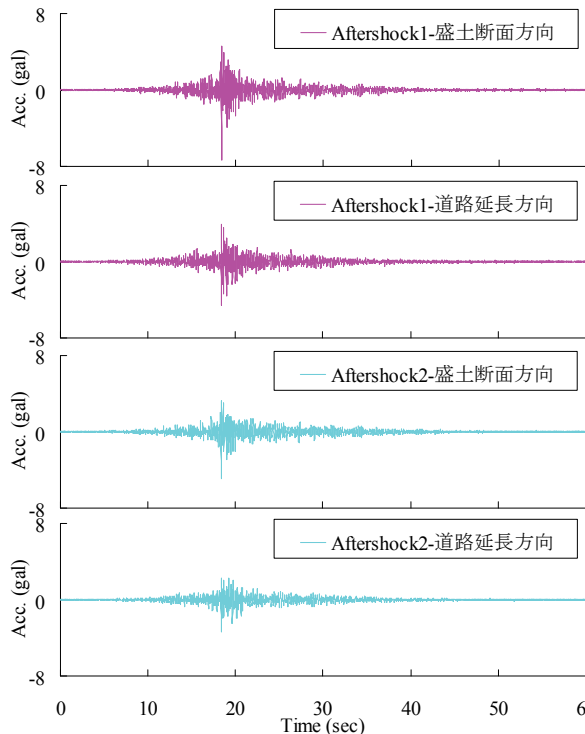


図-7 対象余震における盛土崩落地点での推定地震動