

2014年長野県北部の地震 地震被害調査速報

Quick Report of the Nov. 22, 2014, Northern part of Nagano Prefecture Earthquake

小長井 一男 正会員 横浜国立大学 都市イノベーション研究院教授、東京大学 名誉教授

吉見 雅行 正会員 (独)産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 主任研究員

秦 吉弥 正会員 大阪大学 大学院工学研究科 地球総合工学専攻 社会基盤工学部門 助教

後藤 浩之 正会員 京都大学 防災研究所 地震災害研究部門 耐震基礎分野 准教授

池田 隆明 正会員 飛鳥建設(株) 技術研究所研究開発グループ 部長

2014年11月22日22時8分頃、長野県北西部を震源とするM_j6.7の地震が発生し、震源近傍の長野県白馬村では37棟の住家が全壊するなどの大きな被害が発生した。被害の大きさに加え、この地震は糸魚川―静岡構造線やひずみ集中帯といった大局的な地質構造との関連や、既知の活断層であった神城断層との関連が指摘された。そこで、土木学会・地震工学委員会(委員長・小長井一男 横浜国立大学教授)では、同・地震被害調査小委員会(委員長・高橋良和 京都大学准教授)と連携し目的別に分かれた3グループによる被害

調査を実施した。ここでは、調査結果に加え、本震および余震の地震動記録の分析結果を速報として報告する。

地震動の特徴

防災科学技術研究所 KINET、KiK-net 地震観測網、および気象庁観測点で記録された地震動について、その特徴を概観する。水平二成分合成値の最大速度は震央近傍の KINET

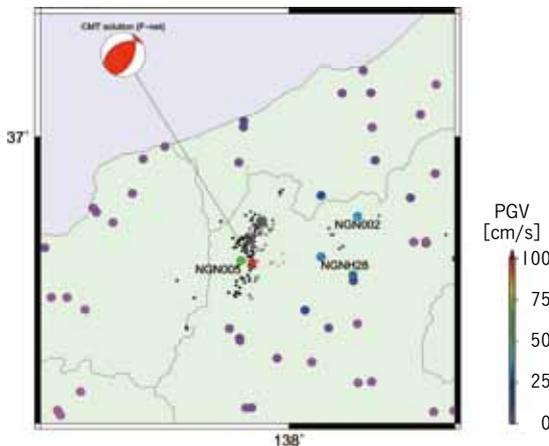


図1 本震と余震の震央分布および本震での最大速度分布

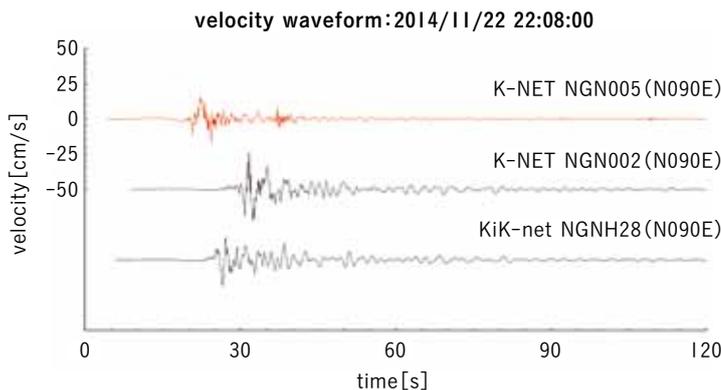


図2 K-NET、KiK-netで観測された地震動の速度波形

白馬(NGN005)観測点で最大の61cm/sとなり、震源から離れるに従いその値が減少する傾向にある(図1)。震央から同心円状ではなく東側に偏って大きな値が見られるが、震源の特徴や地震波の伝播する経路、そして地盤構造の違いを含めて議論する必要があるため、原因を特定するためには詳細な分析が必要となる。

最大速度値の大きなKINET白馬、KINET信濃(NGN002)、

KiKinet戸隠(NGNH28)の速度波形を比較すると、いずれもS波の到着直後に振幅の大きなパルス状のフェーズが見られる(図2)。特に、KINET白馬の記録には三角形のフェーズが認められるため、これを積分して変位波形にすれば残留変位が表れる。KINET白馬の近傍で地表断層が表れているので、断層運動に伴う地殻変動が記録されているものと思われる。

地震動に含まれる周波数成分を



写真1 城山南方に出現した地震断層(最大比高約90cm)

議論するため応答スペクトルを比較したところ、1995年兵庫県南部地震で記録されたJ-R鷹取波に比べてレベルは、いずれも小さいが、0・5秒付近と1・5秒付近とに二つのピークが見られた。速度波形に見られたパルス状のフェーズは1・5秒付近のピークに相当する可能性があり、表層地盤などにより局所的

に地震動が増幅するのであれば、構造物に対して危険な地震動となったことも否定できない。

断層変位と変位による被害

この地震では断層変位が地表に達した痕跡、いわゆる地震断層が現れた。各機関・大学等の現地調査によると、地震断層が確認された範囲は白馬村北城の城山付近から白馬村三日市場付近に至る南北およそ9km区間であり、多くは既往資料(都市圏活断層図等)の活断層位置に対応する。地震断層は東側隆起の逆断層で、地盤の上下方向のくい違い、水平短縮、および撓曲として現れ、断層直上では舗装道路の圧壊、家屋の傾動等が生じていた。上下変位量は地震断層北端部の城山南方で90cm程度であり(写真1)、そこから南へは上下変位量が減少するとともに変形帯の幅が広がる傾向にあり、三日市場より南では明瞭な地震断層は認識されていない。

筆者(吉見)の現地観察では、地震断層直上の家屋や構造物は地表変



写真2 断層変位により損傷を受けた水道管

位の影響で傾動するものの、震動に起因する損傷は見受けられなかった。断層通過地点の道路では、変位により形成された急傾斜部の削削工事、および、上下水道の応急復旧工事が行われていた(写真2)。2、3の観察地点では、ダクタイル管、塩ビ管、コンクリート管の破損が見られた。このような局所的な被害に加え、断層変位によるやや広域の被害も発生した。白馬村の下水処理施設は市街地東方の姫川沿いにあるが、今回の断層変位により施設側の地盤が市街地に比べて隆起し、逆勾配が生じている。また、管渠破断箇所か

らとみられる不明水流入のため、処理水量が設計量の2〜3倍となっている。今後長期にわたる影響が懸念される。

地盤の被害

この地震では電子基準点「白馬」が南東方向に約29cm、上下方向に約12cm変動したこと、開口レーダー画像の分析により震源断層と考えられる神城断層を挟んで、東側は西向・



写真3 道路舗装に残された圧縮亀裂

上方に最大約1m、西側は東向・下方に最大20cm程度変動したこと等が明らかにされている。さらに、地震動による変形を加えると、表層地盤は大きく変形したと考えられ、その痕跡が道路舗装の亀裂という形で確認されている。

道路舗装の亀裂は住家の被害が多かった白馬村堀之内地区および三日市場地区において多数見られた。亀裂のほとんどは圧縮による亀裂である(写真3)。県道33号線には大きな



写真4 道路の亀裂とガードパイプの被害(20m間で約0.4m圧縮)

道路亀裂が生じ、その影響により道路沿いに設置されているガードパイプが圧縮されていた(写真4)。ガードパイプの圧縮量から道路軸方向の変形量を測定したところ20m間で約0.4m圧縮されていた。都市圏活断層図によるとこの地点は断層通過地点であり、断層変位が原因と考えられる。道路亀裂以外の地盤の被害としては、県道33号線の歩道に埋設されたライフラインの埋め戻し土が液状化し、マンホールが浮上する被



写真5 姫川左岸の道路舗装に見られた亀裂

害が見られた。堀之内地区と三日市場地区以外にも地盤変形が原因と考えられる被害が見られた。JR飯森駅の南東側の姫川左岸の道路には道路舗装に大きな亀裂と移動が見られた(写真5)。この近傍の橋梁には、桁もしくは橋台の移動、支承部の損傷といった被害が見られた。橋梁被害の原因は特定できていないが、道路の被害状況や近傍に神城断層が想定されていることから断層変位による橋台の移動

の可能性が高い。

臨時余震観測に基づく被災分析

この地震の強震動の作用による住

家被害は、図3に示す堀之内、田頭、三日市場の三集落において集中的に発生している。筆者(秦)の現地観察では、KINET白馬(震央距離2・7km)が設置されている白馬村

役場とその周辺の住家はおおむね無被害であるのに対し、当該三集落(震央距離5・4km)では深刻な住家被害が発生しており、被害程度が大きく異なる要因として本震時に作用した地震動の差異が示唆される。

そこで筆者(秦)ほかは、図3に示すとおり、田頭集落(堀之内・三日市場集落周辺)の被災集落および飯田集落(神城駅周辺の無被災集落)において地震計を臨時設置し、余震観測を行った。観測期間は、本震発生2日後の11月24日から

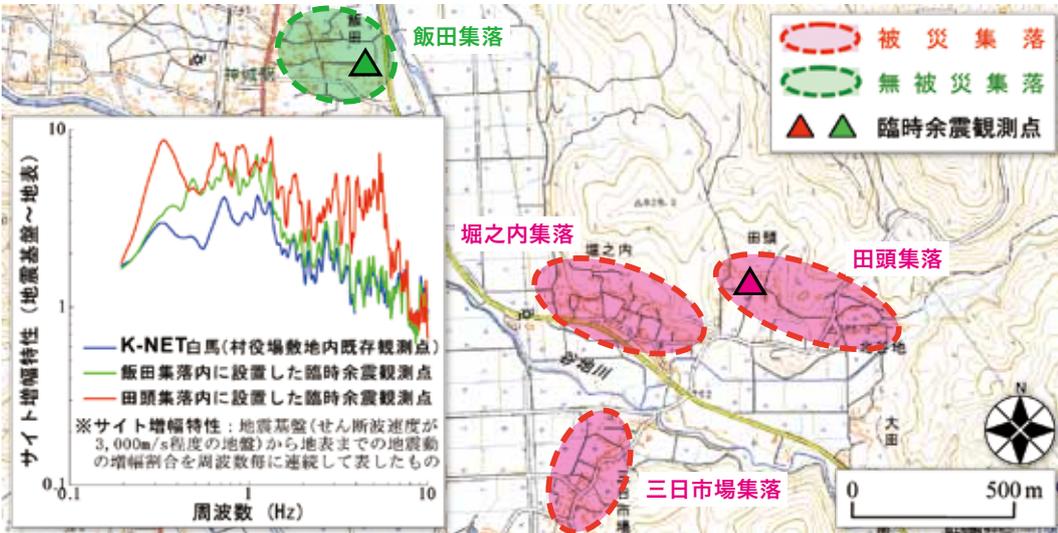


図3 臨時余震観測に基づいて評価したサイト増幅特性(枠内図)と被災・無被災集落

12月13日までの20日間である。得られた余震観測記録に基づき田頭集落および飯田集落でのサイト増幅特性(地震基盤・地表)を評価した結果を図3の枠内図に示す。KINET白馬におけるサイト増幅特性および飯田集落におけるサイト増幅特性に対して、田頭集落におけるサイト増幅特性は、0・2〜7Hzの周波数帯域において連続的に上回っていることが読み取れる。これは、KINET白馬で得られた本震観測記録が田頭集落に作用した地震動と見なすことが非常に困難であること、および田頭集落に作用した本震時の地震動が周辺に比べて非常に大きかった可能性が示唆される。また、堀之内、田頭、三日市場の三集落における常時微動H/Vスペクトルの特性が類似していることが指摘されており、本稿で評価した田頭集落でのサイト増幅特性は、堀之内および三日市場集落における地震動の事後評価においても活用が期待できる。

2014年11月22日に発生した長野県北部の地震による被害調査結果、および本震と余震の地震動記録の分析結果を報告した。本報告は速報版であり、各現象について今後、詳しく検討が行われる予定である。最後になりますが、被災された皆さまには心よりお見舞い申し上げますとともに、被災地の一日も早い復旧・復興を心からお祈り申し上げます。

謝辞

本検討では、防災科学技術研究所のKINETおよびKiK-netの地震動記録を使用させていただきました。

参考文献

- (1) 国土地理院：平成26年(2014年)11月22日22時08分頃の長野県北部の地震に伴う地殻変動について <http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/cihakukansilnagano20141122.html>
- (2) 国土地理院：だいち2号干渉SARによる変動の検出について <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h26-nagano-earthquake-index.html>
- (3) 樺田大介、牧加奈子、山下真和、村田晶、宮島昌克、池本敏和：長野県神城断層地震の低層建物被害と常時微動計測の結果について、平成26年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集、2015年3月(印刷中)