

強震記録を用いた地表面断層変位の検知

金沢大学工学部 ○稲垣聖示

金沢大学工学部 正会員 宮島昌克

金沢大学工学部 フェロー 北浦 勝

1. はじめに

地震時に地表面に現れる断層変位は、断層直上に立地する構造物や、断層を跨いで埋設されているガス管、上水道管などのライフライン施設に多大な被害を与える。本研究の目的は、断層近傍の強震観測点にて得られる強震記録の特徴から、断層破壊が地表面に到達した地点を早期に特定して判別する方法を考案し、被害のあったライフライン施設の早期検知、早期復旧に寄与することである。

2. 地表面断層変位近傍における強震記録の特徴

地震時に地表面に断層変位が現れた地点付近の強震加速度記録を図1に示す。図1は、1999年台湾集集地震の際に、車籠埔断層北部の上盤側の観測点にて得られた強震加速度記録であり、北西方向に約8m、垂直方向に約5mの断層変位が地表面に現れている¹⁾。図1より、35秒付近に加速度振幅の突発的な変化が見られる。図2は図1の強震加速度記録を用いて、ゼロクロッシング法により求めた周期を5つずつ平均した値をその中間の時刻の周期として時刻歴図を作成したものである。図2より、図1において加速度振幅が突発的に変化した時刻付近にて周期が非常に長くなることもわかり、加速度振幅の突発的な変化と周期の長周期化が、断層変位が地表面に現れたことと関連していると考えられる。しかし、図1のように加速度の変化が明瞭に把握できるものもあれば、地表面断層変位近傍ではあるが、長時間にわたって非常に大きな加速度を示すために、振幅の特徴を把握しがたい観測点記録もある。

また、地震動継続中に長周期化するという現象は、原因は異なるが、液状化発生時に起こる現象と同じであり、従来までの強震記録を用いた液状化検知では、断層破壊の影響を含む強震記録も液状化と判定され、断層破壊と液状化が同様な現象として見なされてしまう²⁾。これを防ぐためにも、断層破壊と液状化を区別して判定することが必要である。

3. 地表面断層変位の判定方法

地表面断層変位近傍にて得られる強震記録を加速度から速度に変換し、速度記録に着目することで、地表面断層変位近傍の強震記録を区別して判定できないかと考えた。地表面断層変位近傍の速度記録を図3に示す。地表面断層変位近傍の観測点における速度記録は、断層変位が発生した時刻のみで大きな速度振幅がパルス的に入り最大速度を記録するが、後の時刻での速度振幅はこれと比較して非常に小さいものである。また、液状

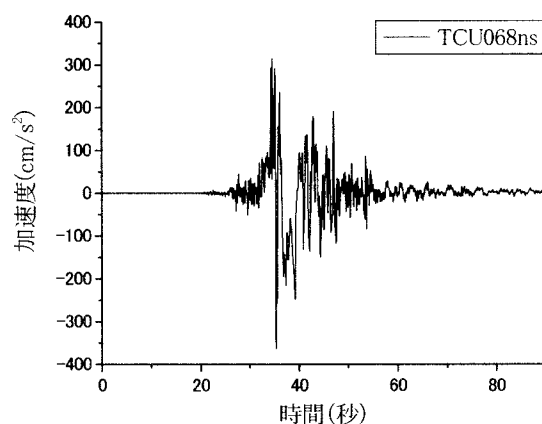


図1 地表面断層変位近傍の強震加速度記録(石岡)

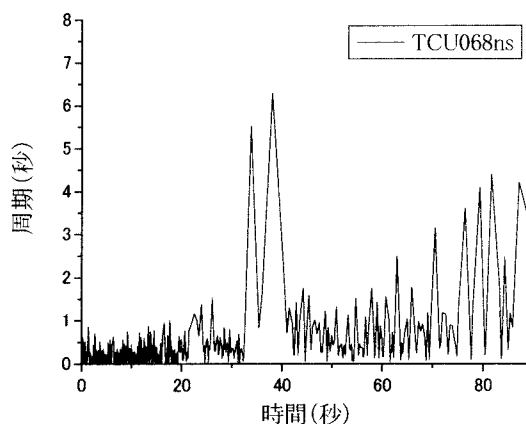


図2 地表面断層変位近傍における加速度記録の周期時刻歴(石岡)

化発生地点の速度波形は地表面断層変位近傍と異なり、液状化の影響で長周期が継続して示され、速度振幅が減衰するが地表面断層変位近傍の速度振幅の変化ほど急激ではない。こうした特徴から、各観測点で得られた最大速度を速度波形面積で割ることで地表面断層変位の発生の有無を評価した。速度波形面積とは、速度振幅の絶対値をとり、台形公式を用いて積分して算出した値である。最大速度が同じ速度記録では、パルスの長周期波が含まれる速度記録と、速度振幅が減衰するが長周期波が継続して含まれる速度記録では、前者の方が速度波形面積は小さくなるので、地表面断層変位近傍の速度波形面積は液状化発生地点より小さくなる。また、地表面断層変位近傍の最大速度は液状化発生地点に比べて大きいので、地表面断層変位近傍の「最大速度／速度波形面積」は、液状化発生地点に比べ大きな値となる。「最大速度／速度波形面積」を上下、東西、南北の3方向について求め、最も大きい方向の値を用いた。

4. 考察

本研究では、地表面断層から2.5km以内の観測点を断層近傍と考えている。図4は、強震観測点の「最大速度／速度波形面積」と地表面断層から強震観測点までの距離との関係を示したものである。図4より、0.15(1/s)を境界として、地表面断層変位近傍の観測点の大半がこれを超えるものとなり、液状化の観測点は、これより小さな値を示すことより、

地表面断層変位近傍と液状化発生地点との判別は可能となる。しかし、上盤側の震源域周辺の観測点は全体的に大きな値となり、0.15(1/s)を超える観測点があるので、断層近傍のみを判別することはできなかった。上盤側の観測点は震源域周辺に位置し、最大速度は大きい、周期が液状化や地表面断層近傍の周期に比べて短く、速度波形面積は小さな値となり「最大速度／速度波形面積」は大きくなる。下盤側で「最大速度／速度波形面積」が大きくなる観測点は、地表面断層北部に位置する観測点である。台湾集集地震では、地表面断層変位は北部側が南部に比べて顕著に表れているため、大変位の影響が周辺に伝播していると考えられる。

5. おわりに

地表面断層変位が現れる地点を地表面断層変位近傍の強震記録より検知する方法について検討した。今回の方法で、液状化と断層近傍の観測点とをある程度判別することができた。しかし、震源域周辺の観測点が地表面断層変位近傍と同様な値となることより、明瞭な地表面断層変位発生の検知はできていない。今後、台湾以外の多くの観測点で同様の検討を行うとともに、地表面断層変位近傍にて見られる速度記録の周期変化の特徴に着目し、リアルタイムで地表面断層変位発生を検知することを目指したいと考えている。

参考文献

- 1) 神戸大学 都市安全研究センター:921 集集(台湾)地震調査合同報告書, p.10, 2001.
- 2) 山本真樹:強震記録を用いたリアルタイム液状化センサーの開発に関する研究, pp.60-61, 平成13年度金沢大学提出修士学位論文 2002.

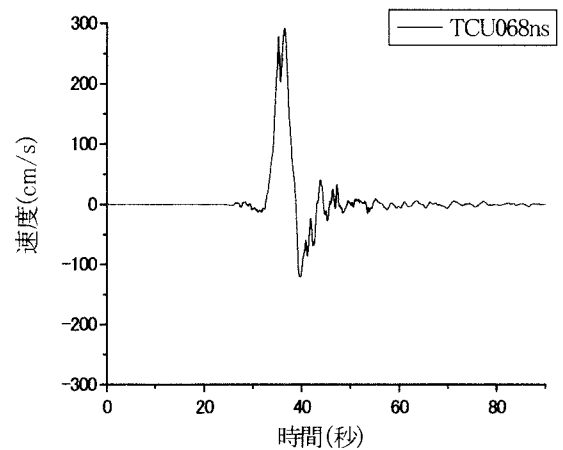


図3 地表面断層変位近傍の速度記録

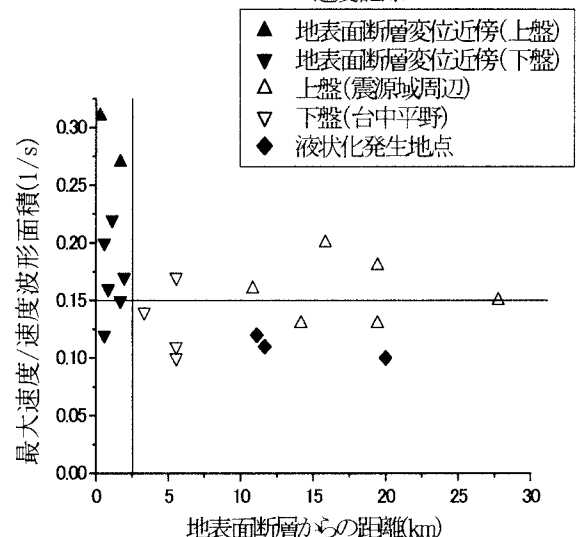


図4 最大速度/速度波形面積