

防災科研 Hi-net 観測記録の飽和とその簡易判定

Amplitude saturation of the NIED Hi-net waveforms and simple criteria for recognition

汐見 勝彦[1]; 小原 一成[1]

Katsuhiko Shiomi[1]; Kazushige Obara[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

防災科研 Hi-net では日本全国約 700 個所で 100m 以上の観測井を掘削し、その孔底に高感度速度計 (Hi-net) と強震計 (KiK-net) を設置している。大規模な地震が発生した場合、従来の高感度地震観測 (微小地震観測) では地震計の出力が A/D 変換装置の最大入力電圧を超えるため、出力波形が一定値でクリップし、観測波形の飽和判定は比較的容易であった。しかし、Hi-net では入力電圧 $\pm 5V$ 、分解能 24bit の A/D 変換装置を採用しており、5.0 cm/s 程度まで記録可能である。したがって、A/D 変換装置の飽和よりも先に地震計が飽和する可能性がある。実際、2003 年十勝沖地震等では地震計の飽和によると思われる異常な波形が得られているが、観測波形を眺めているだけではその記録が飽和しているのかどうかを判定することは容易ではない。我々はこれまでに収録された大きな揺れを伴う地震の観測記録を精査することにより、飽和した Hi-net 観測記録の抽出を試みた。また、Hi-net 観測波形を震源過程の評価等に (準)リアルタイムで用いる場合、波形の飽和を簡易的に判定する必要がある。今回抽出した Hi-net の飽和波形例をもとに、その簡易判定方法について検討を行った。

Hi-net 観測記録の飽和状態を確認する際の指標として、同一観測点の KiK-net 地中地震計観測記録を使用した。鳥取県西部地震や芸予地震、十勝沖地震等計 10 地震を対象とし、各地震で Hi-net 及び KiK-net 両観測網により良好な記録が得られている観測点を抽出した。高感度速度計の固有周期は 1s であり、機械的な変位フルスケール (ストローク値) のカタログ値は P-P で 2 mm である。従って、1 Hz の波に対する測定可能な最大速度は 1.26 cm/s、最大加速度は 7.9 gal となる。まず、KiK-net の最大加速度が 7.9 gal を超える観測点・成分における Hi-net の観測記録を抽出した。得られた Hi-net 観測記録には、以下の特徴が見られた。1) 速度波形では一見して異常が確認出来ないが、加速度波形でパルスが生じる場所を調査すると、波形中に減衰振動等不自然な挙動を示していることがある。最大速度よりもかなり振幅が小さい場所でこのような異常波形が記録されている。2) KiK-net 観測波形とのスペクトル振幅比が不安定である。3) 加速度波形にパルス状のノイズが現れる。4) 変位波形はある一定値でクリップする、あるいは基線が大きく変化する。5) 上下動では、上記の異常が見られない波形も多数存在する。上記 1 から 4 の特徴は、地震計の振子が設計されたストロークの限界に達していることを示している。上下動成分は水平動成分よりも大きなストローク値 (最小で 3.3 mm) が設定されており、相対的に飽和しにくくなっている。Hi-net の観測記録がこれらの条件を満たす場合、その観測波形は飽和している可能性が高いと判定することができる。

以上から、過去に収録された Hi-net 記録を解析する場合は、KiK-net 観測波形を評価の基準とし、必要に応じて飽和波形を取り除けばよい。しかし、現在、KiK-net はダイヤルアップによるデータ収集が行われており、Hi-net データを用いた (準)リアルタイム処理には、KiK-net 観測記録を指標とすることが出来ないため、簡易的に飽和波形を取り除くための条件が必要となる。そこで、まず、KiK-net 地中観測波形の最大加速度が 3 gal 以上の観測点・成分に対し、Hi-net の微分波形中のパルス状ノイズの有無を調査した。パルスが同時刻の KiK-net 波形に存在しない場合について、パルス付近を変位、速度、加速度の各波形で検討し、何らかの異常な信号の混入が確認出来たものを飽和記録と判定した。最大加速度、最大速度、最大変位と飽和の状態の関係を検討した結果、最大変位 (片振幅) が上下動で 1.6 mm、水平動で 0.9 mm をこえる記録は飽和として判定すべきであることが明らかとなった。地震計の非線形領域の存在や特性のばらつきを考慮すると、これらの値と設計ストローク値は非常によい対応を示している。また、この関係は対象とした地震のマグニチュードに依存しない。この判定基準により、過去の地震における飽和観測点・成分の分布を検討したところ、2001 年芸予地震では、上下動の飽和観測点は 2 点のみであるが、水平動は広島県・愛媛県的全観測点及び阿蘇山付近の観測点で飽和していた可能性が示された。また 2003 年十勝沖地震では、震央距離 300 km 以内の観測点では 3 成分全て飽和していたことが明らかになった。なお、本解析では、水平揺れに対する上下動成分の振子の飽和は検討しておらず、今後の重要な検討課題である。