

既存の準安定人工震源の精密制御震源としての利用の可能性の予備的考察

Preparatory examination into feasibility of an existing artificial elastic wave source used as a controlled signal system

森 滋男 [1]

Shigeo Mori[1]

[1] 気象庁

[1] JMA

想定東海地震の前兆現象としてのスロースリップ等のプレート境界における状態の変化をより早期に検知するための観測機器(例:勝間田他2007)や技術の開発が進められてきている。その中には、周辺に影響を与えない程度の震動を生じさせる精密制御震源によって、弾性波を地中に送出してプレート境界の変化を能動的にモニターする手法の開発もある。その研究では、既にプレート境界までを含む地下の伝達関数が抽出され、また震央距離で100kmまで送信された信号を検出できる可能性があるとの報告(吉田他2007)や、長期間安定して観測可能であることもほぼクリアしたとの報告(渡辺他2007)もある。さらに、後者では、検知目標としている状態の変化の観測可能性の手がかりが得られつつあるとしている。

一方、地震観測で見られる雑微動の中には、その源やその生成過程が推定された事例(例えば、森1991)がある。その中には、「重量物(列車)の構造物(橋脚)上の通過で、列車の大半の重量を橋脚が一時的に支え、橋脚が三角状の震動を地中に送出している」と推定された事例(森他1991)があり、これは比較的安定した人工震源である。

ところで、精密制御震源の設置点を増加させることで、より多くの検知目標の設定や検知のより早期化を可能とすることが期待できる。この設置点の増加の推進に、これをより経済的に実現することも有用と考えられ、この観点から、上述の「比較的安定した人工震源」について、その精密制御震源としての利用可能性を予備的に考察したので、その結果を報告する。

精密制御震源から送出される波動が有すべき特徴は、1)十分なパワー、2)既設地震観測網で検知可能な周波数特性、3)パワーと周波数特性の十分な安定性といったことがあり、また4)震源関数のデコンボリューションのための送受信の同期を可能とすることが求められる。この中で、安定性と送受信の同期は当該技術の利用可能性に直接係り、パワー及び周波数特性はスタッキング回数(日数)に係る。

上述の「比較的安定した人工震源」の概要。1)パワー:車両重量を $6.0 \times 10^4 \text{kg}$ と仮定し、また、森他1991を踏まえて、主たる震動源である橋脚の一つに係る両側の橋桁の長さの合計120m及び1車両の長さ25mとした場合、最大 $1.4 \times 10^6 \text{N}$ の力が同橋脚から地中に及ぼされる。さらに、列車全長292.5m及び列車速度58m/s(短時間当たりの送出パワーが最大となると考えられる熊谷駅通過の上り列車)については、信号の送出時間は7.1秒(一つのデータ長)であり、三角波と近似した場合、力積は $5.0 \times 10^6 \text{Ns}$ 。これが $1.5 \times 10^2 \text{m}^2$ (橋脚基礎の面積)に及ぼされる。2)周波数特性:2Hz及び6Hz付近にピークを持つ。3)安定性:列車速度及び列車重量の列車毎のばらつきに依存。このうち、列車重量は、乗車率に依存するものの、60kgの人間の重さは列車本体の重量の0.1%。一方、列車速度は、58m/sが57m/sとなると2%のゆらぎ。また、熊谷駅通過の上り列車は、最近では、1日当たり60本余り。以上の数値は、静岡県森町送信装置のものでは、3.5Hzから7.5Hz正弦波送信で、 $1.8 \times 10^5 \text{N}$ から $4.0 \times 10^4 \text{N}$ 。データ長は200秒。スタッキング可能回数は36回/日。3.5Hzの場合の半周期による力積 $3.6 \times 10^3 \text{Ns}$ 。

以上ことから、「比較的安定した人工震源」は、これを静岡県森町の送信装置と比較して、精密制御震源としての利用可能性はある。しかし、次の課題があり、当該人工震源がある場所での実測等を実施し、対応が必要。1)パワーについては、橋脚基礎が点震源でなく、有限面積を持っていることの影響の評価、2)周波数特性については、正弦波でないことによるスタッキングにおける処理方法の検討、3)安定性については、列車速度のゆらぎの程度の評価、4)正弦波でないことによる送受信の同期の確保の方策、5)データ長が7秒程度と短いことへの対応。

参考文献:

- 勝間田他(2007):レーザー干渉計のデータ処理と波長スイープ制御、地球惑星科学連合2007年大会予稿集、S147-002
吉田他(2007):低周波アクロスによる東海監視-静岡県森町、月刊地球、29、No.8、498-505
渡辺他(2007):東海監視に向けた地震波アクロスと小規模地震計アレイによる試験観測、月刊地球、29、No.8、475-480
森(1991):都心における雑微動の特徴とモデルに基づくその軽減策-首都圏における地震予知を目的とした地震観測のために、日本地震学会、No.1
森他(1991):雑微動発生モデル計算-高架橋・列車通過の場合、Papers in Meteorology and Geophysics、41、139-167