

東京における 1944 年東南海地震記録の補正と修復

前東京工業大学 正会員 ○秋場 俊一¹⁾東京工業大学 非会員 翠川 三郎²⁾東京工業大学 非会員 三浦 弘之³⁾

1. はじめに

2003 年十勝沖地震では、やや長周期地震動のため石油タンクのスロッシングによる火災が生じ大きな問題となった。このことから、巨大地震の際に堆積盆地ではやや長周期の表面波が励起され、その結果、大振幅の長周期成分を含んだ地震動が生じやすいことが改めて認識させられた。特に東京では、高層ビルや石油タンク等固有周期の長い構造物が数多く存在するため、長周期帯域の地震動の特性を把握しておく必要がある。また、東海・東南海・南海地震等巨大地震の発生の切迫性が指摘されており、これらの地震と近い位置で発生した過去の大地震の記録を用いて東京における地震動特性を詳細に検討しておくことが重要であると考えられる。そこで本研究では、東京で観測された 1944 年東南海地震記録の数値化、及び補正を行った。また、振り切れている部分に対する修復を試みた。

2. 東京で観測された東南海地震記録

気象庁に保管されている東京で観測された 1944 年東南海地震の原記録の大きさは高さ約 36cm、幅約 75cm であり、紙送り速度は約 25mm/min である。この記録を観測した地震計は原気象の特徴から新型中央気象台式強震計(41 型)である。検定記録は残されていないので、

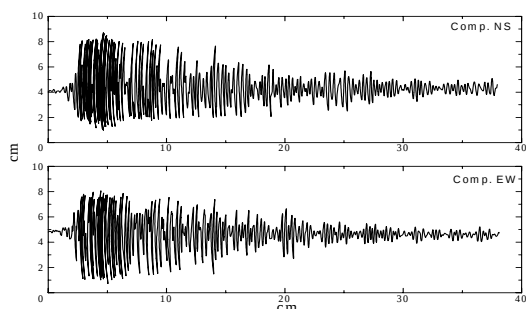


図 1 数値化した波形

地震計定数を推定するため原気象紙に描かれた自由振動波形を読み取り、これと理論的な自由振動波形を比較し、固有周期 5.1 秒、制振度は 2.0 と推定した。

3. 波形の数値化と補正

原記録紙をコピーしたものをスキャナを用いて 1200dpi でコンピュータに取り込み、1944 年東南海地震記録の波形を数値化した。その波形を図 1 に示す。UD 成分では原気象紙に大きな欠損があるため数値化できなかった。補正の方法は佐々木他(1988)¹⁾の方法を参考に行った。補正のフローを図 2 に示す。

まず、基線の補正を行う。次に、波形の歪みを補正するために零線からのペンの傾き θ_0 の影響を補正す

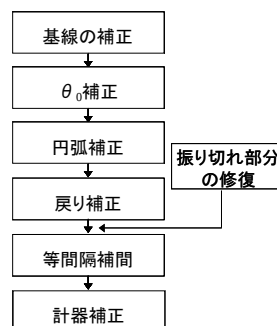


図 2 補正フロー

る。アーム長さは波形から判断して 30cm とした。その後、円弧補正を行う。上記の補正を行うと時間の逆戻りが生じるため、それを補正(戻り補正)する。その後、等間隔補間、計器補正を行う。

4. 振り切れ箇所の修復

今回の波形では主要動部に波形が振り切れたと思われる箇所が見られた。その波形の復元のため、本研究では山田他(1987)²⁾の方法により波形の修復を行なった。

修復波形を $x(t)$ 、振り切れた波形を $x'(t)$ とすると

$$\begin{aligned} x(t_0 + \tau) &= x'(t_0 + \tau) + (V_1 - V_2) \exp(-h_1 \omega \tau) \sin(\omega_d \tau) / \omega_d \\ &= x'(t_0 + \tau) + (1 + e) V_1 \exp(-h_1 \omega \tau) \sin(\omega_d \tau) / \omega_d \\ &\dots (1) \end{aligned}$$

キーワード 1944 年東南海地震, 東京, やや長周期地震動

連絡先 1) 大阪市中央区大手前 1 - 2 - 15 (株)建設技術研究所 大阪本社 水工部 地盤構造室

tel: 06-6944-9640 e-mail: s-akiba@ctie.co.jp

2) 横浜市緑区長津田町 4259-G-3 東京工業大学大学院 総合理工学研究科

tel: 045-924-5602 e-mail: midorik@enveng.titech.ac.jp

3) 横浜市緑区長津田町 4259-G-3 東京工業大学 都市地震工学センター

tel: 045-924-5602 e-mail: hmiura@enveng.titech.ac.jp

ここで、 $\tau = t - t_0$ 、 t ：時間、 t_0 ：衝突時間、 ω ：地震計の円固有振動数($=\sqrt{k_1/m}$)、 h_1 ：地震計の減衰定数、 V_1, V_2 ：衝突前後の速度、 $\omega_d = \omega\sqrt{1-h_1^2}$ である。

(1)式は振り切れた部分で描針がストッパーに衝突したものと考え、衝突前後の速度の値と地震計の定数から、衝突してなかった時描いていたであろう振幅を推定し、足し合わせることを意味する。しかし、振り切れる上限値および下限値は、波形の特徴から ± 3 cm程度と考えられるが、一つの値に定める事が困難であった。そのため、波形の形状を元に各成分4ケースで設定し、修復を試みた。表1にNS成分の各ケースの上限値・下限値を示す。

表1 振り切れの上限下限の値

NS	上限値(cm)	下限値(cm)
CASE1	3.0	-2.8
CASE2	3.1	-3.0
CASE3	3.2	-3.1
CASE4	3.5	-3.3

得られた修復後の波形(NS成分)を図3に示す。また、併せて計器補正後の変位波形も示す。修復後の各CASEの波形を見ると、CASE1のように上限下限の値を狭めたCASEではより多くの点で修復が行われている。計器補正後の最大変位は15~25cm程度あり、600秒付近まで比較的大きな波が継続している。これら記録を微分して求めた速度、加速度記録の最大値は10~20cm/s、50~90cm/s²であった。次にこの波形の時間的な周期特性の変化をみるために、図4にCASE2および4の非定常スペクトルを示す。両者ともに主要動部で周期1~4秒に卓越がみられるがCASE4の方が振幅が大きい。また、CASE2および4ではそれぞれ周期10秒程度および8秒程度の成分が卓越している。一般に東京の西方で発生した遠距離の大地震では、短周期成分の振幅は小さく、周期8秒程度のやや長周期成分が卓越することが知られている³⁾。前者の傾向はCASE2が、後者の傾向はCASE4がよく示しており、どちらがより真の値に近いかは判断できないが、いずれにせよ修復には不十分な面が残されているものと考えられる。

5. まとめ

東京での1944年東南海地震記録の数値化を行い、適切な地震計定数を用いて補正した。さらに、振り切れていた部分に対して修復を試み、1944年東南海地震の東京で地動の大きさを概略的に示した。

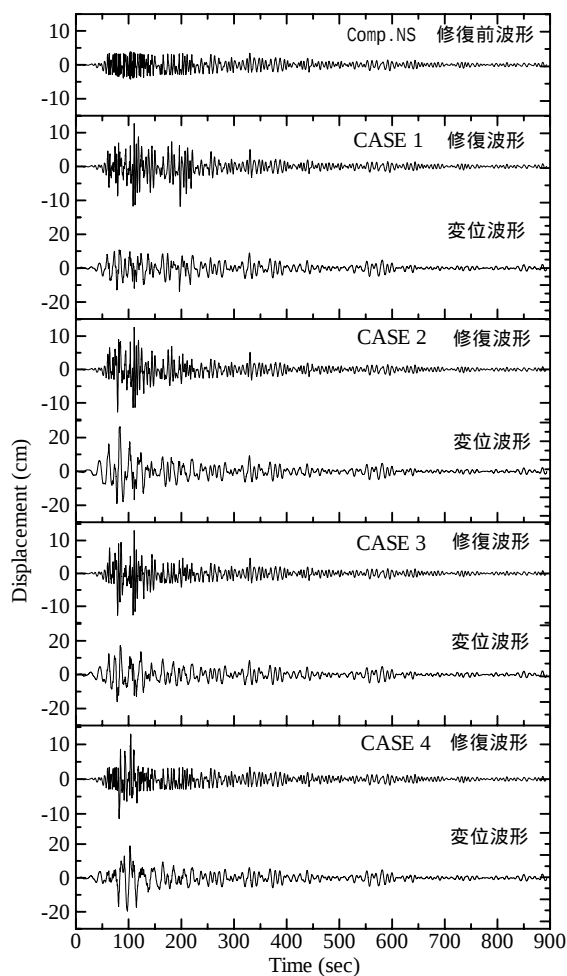


図3 修復後の波形と変位波形(NS成分)

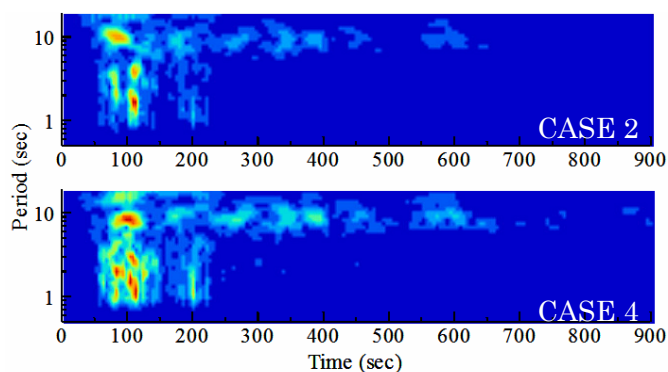


図4 非定常スペクトルの比較(NS成分)

参考文献

- 1) 佐々木他：気象庁1倍強震記録に基づく長周期地震動特性の解析 その5、1978年宮城県沖地震記録の解析，土木研究所資料，第2664号，93p，1988
- 2) 山田他：振り切れた1倍強震記録の修復波形による長周期応答スペクトル，土木学会論文集，第386号，pp.417-426，1987
- 3) 田中貞二他：やや長周期における地震動の特性—長周期低倍率地震計記録の解析—，地震研究所彙報，Vol.54，pp.629-655，1979