

I-431 地震記録の圧縮法とその応用性について

清水建設(株)技術研究所
同
東京大学生産技術研究所

正会員 童 華 南
正会員 田 蔵 隆
正会員 片 山 恒 雄

1. はじめに

地震防災ならびに耐震工学の原点とも言える地震観測が、近年各機関で盛んに行われるようになってきている。しかし、最近では1回の地震でも相当の数の記録が得られ、記録数が限りなく増える傾向にある。このことから、記録の利用よりもむしろ記録をいかに整理、保存するかといったことに精力が奪われ、地震観測の本来の目的が見失われつつある。

本報は、非常に多くの地震記録を効率良く、しかも簡便に利用できるように記録の圧縮法について提案したものであり、またその応用性について述べたものである。提案した圧縮法を用いることにより、記録の保存、転送が従来の方法の1割以下の記憶容量で行えるようになり、蓄積された膨大な地震記録の有効活用が可能になる。

2. 論理的圧縮法

圧縮法はデータ処理の方法の違いによって、論理的な圧縮法と物理的な圧縮法に分けて考えることができる。論理的な圧縮法とは、データの簡潔さを利用目的に応じて論理的に定める方法であり、地震記録の場合は振幅および時間刻みの最小の分解能を、解析精度の観点から設定することである。

【1】分解能の影響度

分解能が地震記録の解析精度に及ぼす影響度について検討することを目的に、図1に示した実線の地震波形S1を基準にして、S2からS5の分解能の異なる4つの波形を作成した。S1の波形の分解能は ± 243 で、ここでは最も高い分解能の波形である。S2からS5の波形は、S1の波形の分解能を順次3分の1に低減させたものであり、その分解能は ± 81 、 ± 27 、 ± 9 、 ± 3 である。

図2および図3は、減衰定数5%の加速度応答スペクトルと変位応答スペクトルによって、S1の波形に対してS4、S5の波形の解析精度を比較したものである。加速度応答スペクトルにおいて、S4およびS5の解析精度の低下はほとんど認められない。変位応答スペクトルでは、長周期側でS5の著しい精度低下が認められるが、S4は実用的にはそれほど大きな問題はないといった状況にある。同様の検討を他の記録に対しても行ってみたが、上記の結論が変わるようなことはなかった。

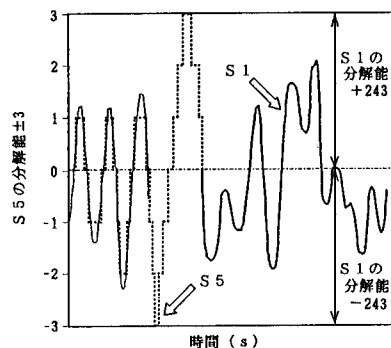
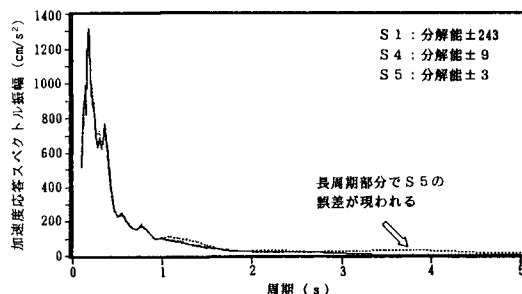
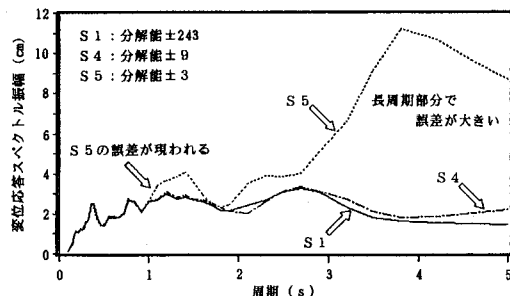


図1 異なる分解能の地震波形

図2 S1, S4, S5の記録に基づく
加速度応答スペクトル図3 S1, S4, S5の記録に基づく
変位応答スペクトル

【2】最小分解能の設定

【1】での検討結果から、最小分解能の設定はその影響が顕著な変位応答スペクトルの長周期側での解析精度が基本となろう。いくつかの波形に基づく解析結果から、分解能が ± 81 (S2の波形)の場合、周期5秒における変位応答スペクトルの解析誤差は5%以下となり、周期2.5秒以下の周期領域では加速度、速度ならびに変位応答スペクトルのすべてにおいて解析誤差は1%以下となることが分った。このことから、データ処理の簡便さを考え、1バイトの分解能つまり ± 127 を最小分解能として設定することが、実用上有効と考えられる。

【3】記録の先読みに対する留意事項

先読みによって記録の最大値を予め検出し、その最大値が設定した分解能の上限値となるようにすることによって、記録の分解能が最大限に活かされ、解析精度の一層の向上が図れることは言うまでもない。しかし、記録の先読みを行う上で、以下の2つの事項について留意する必要がある。

1つは先読みのブロック長と記録の転送時間の関係である。先読みの場合、1ブロックが読み終わった段階で記録の転送が始まることになることから、ブロック長は要求される転送時間によって決める必要がある。2つ目の留意事項は、半導体メモリーバッファの容量の問題である。記録の先読みが終了するまで、記録を蓄えておかなければならないため、十分なメモリーバッファの確保が必要となる。

3. 物理的圧縮法

データ通信の分野で発達してきた記録の圧縮法は、上記の論理的な圧縮法に対して、物理的な圧縮法と言える。この圧縮法は、多く出現する値を短いコード、ほとんど出現しない値を長いコードで表現し、それらから平均コード長を求め、それを最小にすることによって記録の圧縮化を図ろうとする方法である。

ところで、論理的圧縮法で行った記録の分解能の低減は、記録中の異なる値の数を少なくすることであるから、これにさらに物理的圧縮法を適用することによって、圧縮効率を一層高めることができる。数値実験の結果から、分解能を低減していない記録に物理的圧縮法を施した場合の圧縮率(圧縮率=圧縮後のデータ量÷元のデータ量)は4/5であるのに対して、事前に論理的圧縮法により記録の分解能を低減した場合、圧縮率をさらに1/3にできることが分った。

4. 本提案の応用性について

本研究における提案の1つは、論理的圧縮法と物理的圧縮法の両者を併用することによって、記録の圧縮率を高めることである。論理的な圧縮法の圧縮率は1/4～1/8であり、さらに物理的な圧縮法を用いることによって圧縮率はその1/3となり、両者の併用による圧縮率は1/10以下となる。つまり、本提案によると、記録の保存と転送さらには記録の利用に関して、10倍以上の効率が得られることになる。

図4に本提案のフローチャートを示したが、筆者らはこのフローチャートに基づく非常に効率的な地震記録のデータベースシステムを完成させた。また、本提案は、広域の地震観測網で得られた地震記録を高速転送、高速処理することによる新しい地震防災システムの構築を可能とするものである。その他、コンパクトな地震観測システムの開発、アクティブコントロールシステムにおける記録の高速転送の利用といった点に、本研究の成果が活かされるものと考えられる。

<参考文献>

- (1) 董 華南：多点地震記録を用いた地震動特性と地震入力評価に関する研究，東京大学学位論文，1988年2月。
- (2) Terry A. Welch：A Technique for High Performance Data Compression, IEEE Computer, Vol.17, No.6, June, 1984.

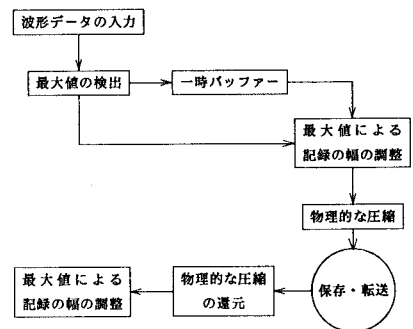


図4 本提案による地震記録圧縮のフローチャート