

GPS 時刻同期を利用した多点振動計測システムの検討

佐藤宏明†, 牧野秀夫‡, 前田義信*, 大平知幸‡, 石井郁夫†

†新潟大学大学院自然科学研究科 ‡新潟大学工学部情報工学科 *新潟大学工学部福祉人間工学科

1. はじめに

近年, GPS の利用法としては位置測位のみならず, 時刻同期に関する研究が行われている[1,2]. 従来, 我々は GPS による時刻同期を利用した振動計測システムの開発を進め, 特に多点同時振動計測による振動源の位置特定, 地盤解析などへの応用を検討してきた. ここでは, 各点の計測同期手段として GPS を利用することにより, 計測点間のケーブル接続が不要となり, 最大で 1μ sec 単位の同期精度も期待される. 本報告では, 開発した多点同時計測システムの構成と振動源位置特定結果について述べる.

2. 装置構成と計測プログラム

図 1 に多点振動計測システムの装置構成を示す. 計測プログラムはまず, GPS 受信機から時刻情報を取得し, あらかじめ PC に設定した計測開始時刻において, 1 秒パルス (1 PPS) の取得を開始する. 次に 1 PPS の最初の立ち上がりのタイミングで振動計測を開始し, 5 秒後に終了する. さらに, 設定した計測開始時刻から 10 秒毎に上記の動作を繰り返し, 1 分間で計 6 回の計測を行う. この装置を複数の計測点に個々に設置し, 計測開始時刻を同一に設定することにより多点同時計測が可能となる.

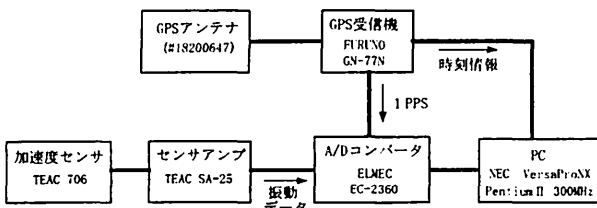


図 1. 装置構成

3. 実験

3-1 同時計測確認実験

図 1 に示した装置を 2 組用意し, それぞれの加速度センサを同一地点に配置して同じ計測開始時刻を設定する. この計測点から 2m 離れた点で振動を発生させ, 2 組の装置において計測開始から同時間後に振動が検出されることを確認する. 計測用 A/D コンバータのサンプリング間隔は 50μ sec とし, 振動は鉄球 (約 1.5kg) を高さ約 15cm から落下させて発生させる.

3-2 振動源特定実験

図 1 に示した装置を 3 組用意し, それぞれの加速度センサを図 2 のように配置する. 様々な点で振動を発生させ, それを 3 点で同時計測する. サンプリングや振動発生方法は 3-1 と同様で実験はアスファルト上で行う.

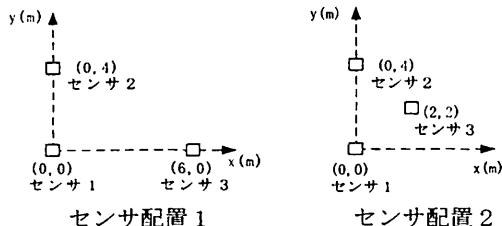


図 2. センサ配置

取得したデータから振動源の座標を特定する処理手順は次の通りである. まず各センサの振動到達タイミング (時刻) を検出する. これは, ノイズレベルの数倍に設定

した閾値を超えたタイミングを検出する方法を使用する. 次にセンサ 1 と 2, センサ 1 と 3 での到達時間差 (センサ 2 到達時間 - センサ 1 到達時間, センサ 3 到達時間 - センサ 1 到達時間) を求め, この時間差と事前に計測しておいた振動伝搬速度 (ここでは 239.8m/sec) から各センサと振動源の距離を算出して振動源を特定する.

4. 結果

4-1 同時計測確認実験

図 3 に, 2 組の装置で計測された波形を示す. それぞれの装置において, 計測開始から同時間後に振動が検出されていることがわかる.

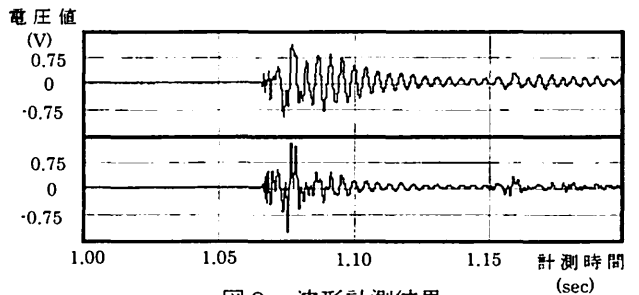


図 3. 波形計測結果

4-2 振動源特定実験

表 1 に, 実際の振動源座標, 特定座標との誤差 (6 回の平均), 以下の式で求めた相対誤差, センサ 1 と 2, センサ 1 と 3 での振動到達時間差を示す.

$$\text{相対誤差}(\%) = E_{i=1,2,3} \left[\frac{\text{特定された振動源と実際の振動源との距離}}{\text{センサ}i\text{と実際の振動源との距離}} \right] * 100$$

表 1. 振動源特定結果

振動源座標	センサ配置 1			センサ配置 2		
	(3,2)	(2,0)	(4,3)	(0,2)	(3,4)	(1,1)
センサ 1,2 時間差(ms)	-0.33	10.63	-4.01	0.01	-7.78	6.96
センサ 1,3 時間差(ms)	0.13	9.33	-6.01	-0.14	-11.55	0.11
誤差(cm)	7.65	23.43	28.08	5.27	24.96	17.53
相対誤差(%)	2.12	7.60	6.74	2.63	8.16	10.11

5. 考察・今後の課題

同時計測確認実験では, 2 組の装置で同時刻に振動計測が開始されていることを確認した. この結果より, 多点計測の同期手段として GPS を利用することにより, 計測開始時刻設定, ならびに各計測点への振動到達時刻の検出も可能となった.

次に振動源特定実験における誤差要因としては, 振動到達タイミングの検出方法による影響, および伝搬速度による影響の 2 つが考えられる. 特に, 伝搬速度が一樣でない場所では, その決定方法が問題となる.

今後はまず, 以上の誤差要因やセンサの配置方法と特定精度との関係について検討する. さらに, 無線 LAN を利用して 1 台の基地局 PC で全計測点とデータの送受信を行い, リアルタイムで振動源特定結果を表示できるシステムを構築する予定である.

参考文献

- [1]佐藤 宏明「GPS 時刻同期を利用した音響計測の基礎研究」新潟大学工学部卒業論文 (2001 年 3 月)
- [2]樊 春明 他「GPS による時刻同期を用いた水中計測に関する研究」第 107 回日本航海学会講演予稿集 p.34 (2002 年 10 月)