

I-436 制御用地震センサーに関する基礎的検討

東京大学生産技術研究所 正○片山恒雄 正 佐藤暢彦 正 大保直人
東京大学工学部土木工学科 学 川崎勝幸

1. 目的 強い地震動に襲われたときに、各種のシステムを自動的に遮断し、被害の拡大や二次災害の発生を防止することが、いろいろな分野で考えられている。このための地震センサーとして、地震動の最大加速度を検出する落球式センサーが使われることが多い。しかし、対象とするシステムによっては、被害に関係する地震動強さの指標として、最大加速度以外のパラメータを用いる方が、より適切と考えられる場合がある。本研究は、合理的地震センサー開発のための基礎的な検討を目的としている。

2. 実験 最大加速度を用いた地震センサーの特性を確認するため、2次元振動台により落球式センサーの加振実験を行った。実験に用いたセンサーは、約 250 cm/s^2 の最大加速度で作動するように設計されているものであり、振動台上にこれを9台設置し、正弦波加振で振幅を漸増させて、落球時の水平方向加速度を記録した。実験は、加振振動数(1, 2, 5 Hz)、上下動加速度レベル(0, 50, 100 cm/s^2)、および水平動と上下動の位相差(0, 90, 180, 270 度)を組み合わせて、合計33ケースについて実施した。図-1(a)に、9台のセンサーそれぞれの落球時の水平加速度の平均値と±標準偏差の幅を示した。センサーによって個性はあるものの、全体的には、要求された仕様を十分満たしている。当然、上下動が加わることによって、小さな水平加速度で落球する(図-1(b))。また、加振振動数が高いほうが落球しやすい(図-1(c))。

図-2および3に、地震波形入力による振動台実験結果の例を示した。図-2(a)および3(a)の□内の番号は、作動したセンサーの番号である。図-2の地震波形は数秒しか続いていないが、図-3の記録は継続時間も長く、いかにも強い地震動らしい。従来の落球式センサーは、この違いを捉えられない。被害に関係する地震動の強さを表す指標の1つとして、G.W.Housner がSI値(Spectrum Intensity)を提案している。SI値は、減衰定数20%の速度応答スペクトルの、固有周期0.1-2.5 秒の区間における平均振幅である。図-2(b)および3(b)に、時間の経過とともに、最大加速度(横軸)とSI値(縦軸)が増えていく様子を示した。2つの波形のSI値には、およそ4倍の違いがある。この違いは、図-2(a)および3(a)に示した、固有周期 2.5秒と 1.5秒の振子の速度応答からも明らかである(H、Vは水平動および上下動の応答、減衰定数は20%)。

3. 今後の方向 図-4は、日本およびアメリカで得られた加速度強震計記録の中から、最大加速度の大きい162成分のSI値を計算して、最大加速度に対してプロットしたものである。これらのSI値を、3つの範囲に区分し、地震のマグニチュードと震央距離に対応させて図-5に示した。最適な指標は、過去の地震被害をどの位正しく説明できるかによって検証されるべきものであるが、定量的な被害と地震動の記録の両方が残されている例は少ない。地震動が構造物に与える効果を、エネルギーで捉えようとする考え方が、最近あちこちで議論されており、このような見方が、地震センサーにおいても重要になってくると思われる。

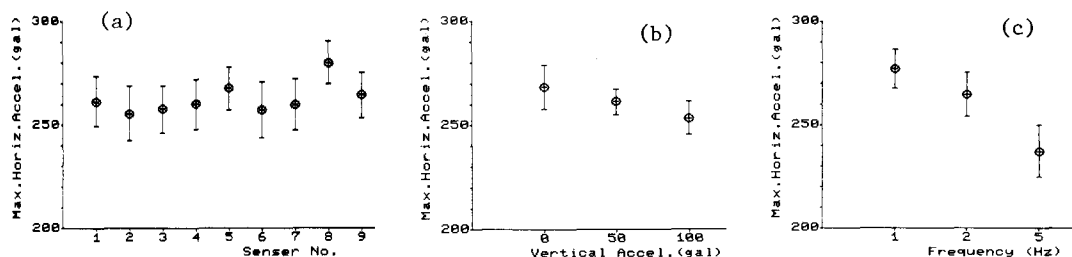


図-1 落球式センサーの振動台実験結果：(a) 9個のセンサーの落球時の水平加速度、
(b) 上下動加速度の影響、(c) 加振振動数の影響。

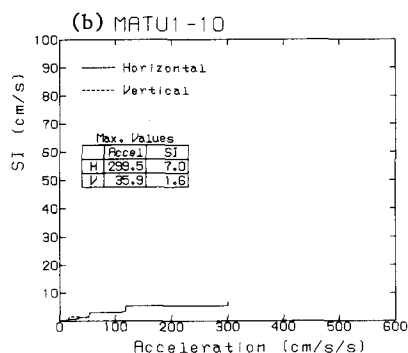
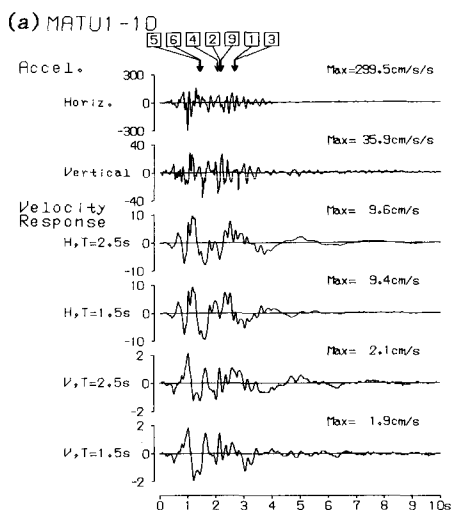


図-2 地震波入力による振動台実験結果 (1)

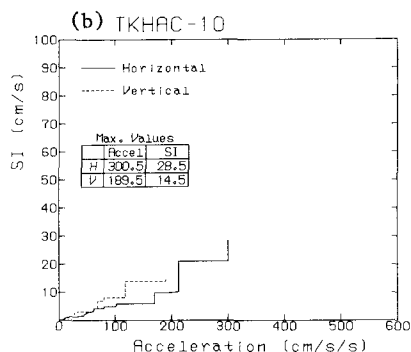
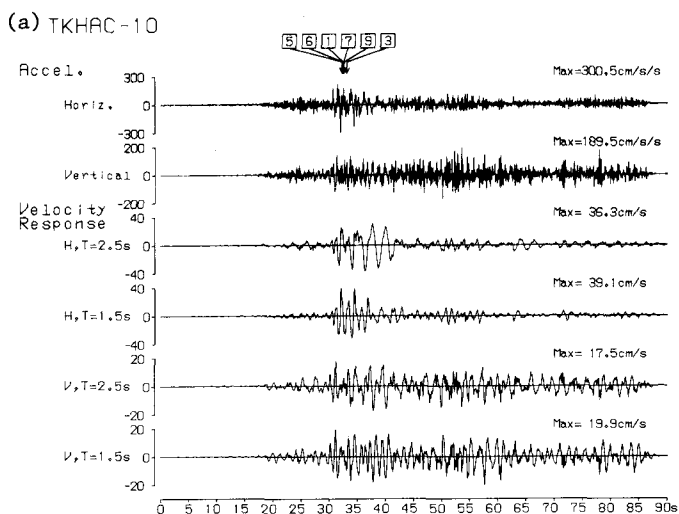


図-3 地震波入力による振動台実験結果 (2)

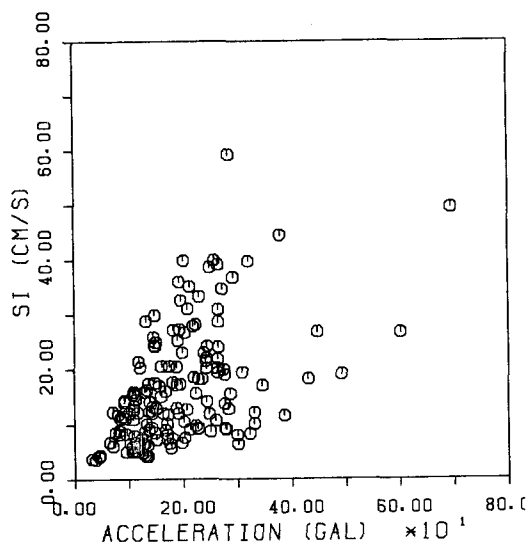


図-4 162 成分の加速度強震計記録における
最大加速度とSI値の関係

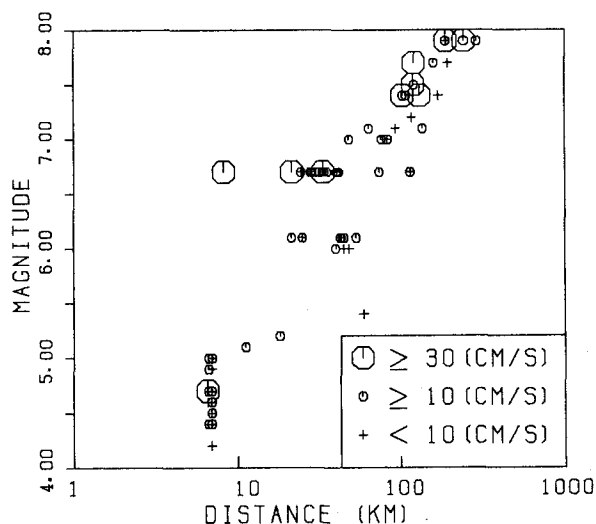


図-5 マグニチュード、震央距離、SI値の関係