

1. はじめに 1983年5月2日に米国カリフォルニア州中部の石油の町コーリングで、ローカルマグニチュード (M_L) 6.5の地震が発生し、市の中心部の古い組積造建築、木造建築、石油貯蔵施設などを中心に相当の被害があった。筆者の一人は地震直後に現地を調査し、資料収集を行った。その後、米国研究機関が観測した強震記録を入手したので、それらの強震記録を用いて各種の検討を行った。本報告は震央から約10kmに位置するプレザントバレー・ポンプ場でUSGSによって記録された本震と最大余震 ($M_L = 5.1$) の記録を用いて、地盤の増幅特性、地盤ひずみなどについて検討したものである。

2. 強震記録の概要 ポンプ場には図-1に示すように鉄骨造1階建の建物の地階、1階、屋上と、建物から約85m南西側の斜面頂部にあるスイッチャード (地表) の4ヶ所に3成分の強震計 (SMA-1) を各1台設置してある (図中A, B, C, Dで示す)。強震記録は本震では地階とスイッチャードのみ、また最大余震は全ての測点で記録が得られている。本震の水平方向最大加速度は、スイッチャードで 590 Galに達しておりコーリング地震の最大記録である。

3. 地盤の増幅特性とシミュレーション結果 スwitchャード地表の最大加速度は、非常に大きなものであるが、このような大加速度を生じた時の地表付近の増幅特性を検討するために、一次元波動伝播の理論 (SHAKEによる解析) によって地表の観測波形から地中の波形を推定し、種々の検討を行った。

まず建屋の影響を確認するために、余震記録を用いて、C/Aの伝達関数を求めた。図-2は建屋短辺方向 (45°) の計算結果であるが、1.85Hzに1次固有振動があり、減衰定数は約4%である。計算結果および建屋と地下階の重量比、剛性比などを考慮すると、建物と地下階および基礎・地盤系との動的相互作用は、顕著ではないと考えられる。本震と余震時の地盤のひずみレベルの相違が、観測結果に見られるかどうか検討のためにD/Aの伝達関数を比較した。図-3は、 45° 方向の本震・余震のフーリエスペクトルの振幅比を比較したものである。図には表していないが、水平2方向ともに良く似た傾向を示しており、斜面の方向による差異も顕著には見られず、地形の影響は少ない。本震、余震の計算結果は良く似ているが、全体的に本震の方がスペクトルのピークとなる振動数がやや低くなっている。同図中にSHAKEによるA, D間の地盤の増幅特性を併せて示した。解析に用いた地盤モデルは図-1に示すようなモデルで、弾性波速度は土質柱状図からの推定である。6 Hz以上の高振動数側で差異が大きいが、これは地下階で記録された波形において高振動成分がカットされているためとも考えられる。

スイッチャード (D点) の観測波形を用いてGL-27mの地盤が露頭しているとした時の波形を推定し、それを地下階の観測波形と比較した。図-1に示す地盤モデルを用いてSHAKEによる本震・余震の等価線型解析を行った。解析結果の波形と地下階の観測波形の比較を図-4に示す。135° 方向計算波形と観測波形は振幅、位相共に良く似ている。 45° 方向は波形全体の振幅位相は良く対応しているが、7~8秒間にある波形の振幅に差があり、これが加速度最大値の差となっている。余震記録の解析結果も同様な傾向を示している。図-5は本震、余震の地中の最大歪分布を示している。135° 方向では地表から約5~10mの層で、本震が 5×10^{-4} 程度、余震が 2×10^{-4} 程度のひずみレベルに達している。 45° 方向では同様に本震で 6×10^{-4} 、余震で 1×10^{-4} のひずみレベルである。

4. まとめ スwitchャード直下の地中観測点がないため、建屋地下階の観測記録とスイッチャード地表の観測記録を用いて、主に地盤の増幅特性の検討を行った。スイッチャード地表の最大加速度 590 Galは震央距離約10kmの最大加速度としてもかなり大きな加速度であるが、これは地表付近の地盤で相当大きく増幅された結果と考えられる。ポンプ場の地盤は日本の地盤で言えば硬質な洪積地盤に相当しているが、

このような地盤で地表で最大加速度590Gal，最大速度60kineに達する地震動が地盤に与えるひずみレベルが地表付近で 5×10^{-4} 程度であることは注目に値するであろう。

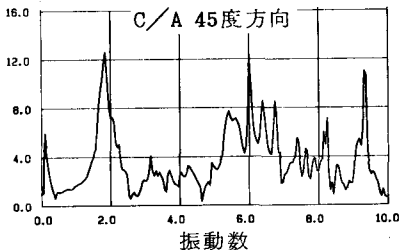
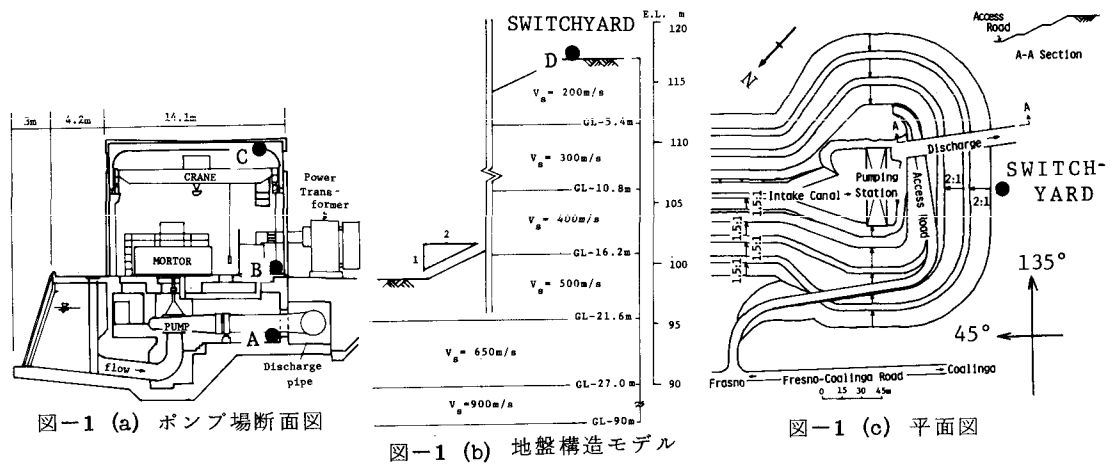


図-2 建屋の伝達関数

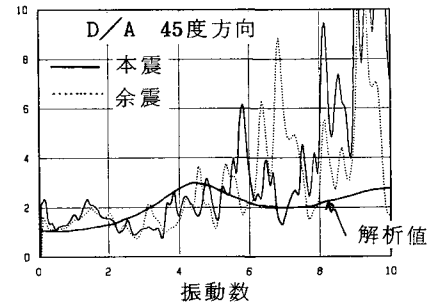


図-3 地盤の伝達関数

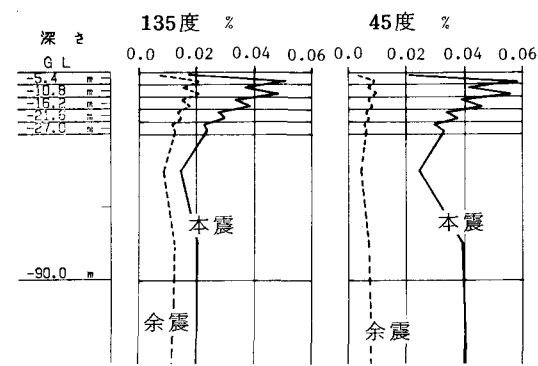


図-5 最大せん断ひずみ分布

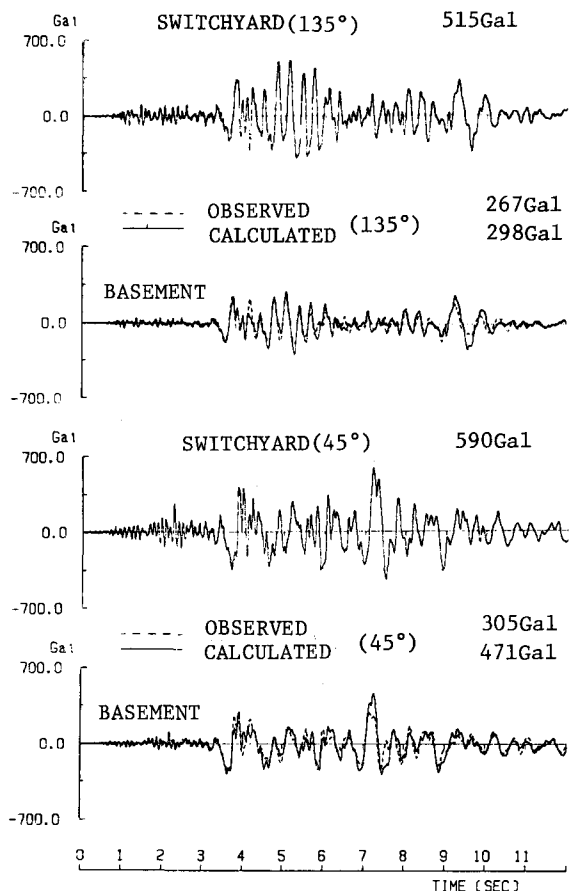


図-4 推定波形と実測波形の比較