

軟弱地盤の常時微動・発破振動・地震動特性に関する一考察

京都大学工学部 正員 山田善一 京都大学工学部 正員 家村浩和
 京都大学工学部 正員 古川浩平 京都大学工学部 中西伸二
 京都大学大学院 学生員 坂本幸三

1. まえがき

本州四国連絡橋児島一坂出ルートでは、香ノ州地区において高橋脚高架橋の建設が予定されている。香ノ州地区は埋立地で地盤が軟弱なため、耐震性についての特別な配慮が必要である。この場合、当然この地域の地盤の振動特性を熟知しなければならないのであるが、この地域は地震発生度が低く、数少ない過去の地震計測データから地盤の振動特性を把握するには限りがある。そこでこの香ノ州地区において、常時微動計測、発破振動計測を行ない、さらに香ノ州地区で記録された実地震記録から各振動レベルによる振動特性と比較するとともに、この軟弱地盤の振動特性を推定した。さらに板たたき法による振動計測も行ない、S波の伝播に関する解析も試みた。

2. 常時微動計測、発破振動計測、板たたき振動計測

常時微動の計測に際して、香ノ州地区は数多くの工場が林立し、昼間は工場の機械の振動が直接伝播される可能性があるため、機械の大部分が停止している深夜を選んで計測を行なった。計測日は昭和55年11月19日PM11:00頃。図-1はその変位計測記録の一部分である。図-2は吊橋の基礎となるリーソンを建設する際に行なわれる発破による地盤の加速度計測記録で、計測日は同年11月30日AM11:00頃である。図-3は昭和48年11月25日に観測された地下5m、N-S方向成分の実地震加速度記録である。いずれも振幅の最大が縦軸の最大となるように波形は拡大されている。

板たたき振動計測に関しては、打撃方向に垂直な一直線上に位置するR、P、Bの3地点で50回の板たたきによる加速度計測を行なった。なお打撃地点-R地点間は20m、P-R間は24.6m、R-P3間は25.0mであり、板の上の重量として車を用いた。

3. 計測結果および考察

常時微動計測、発破振動計測記録および実地震動記録からは、FFT法よりパワースペクトルを作成し、卓越振動数の検出を行なった。図-4は図-1の常時微動の4秒間の計測デ

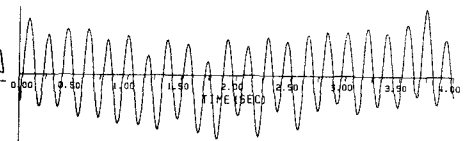


図-1 計測された常時微動

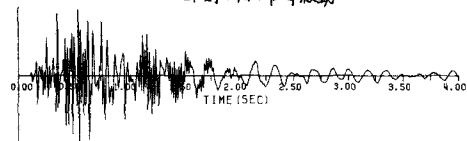


図-2 計測された発破振動

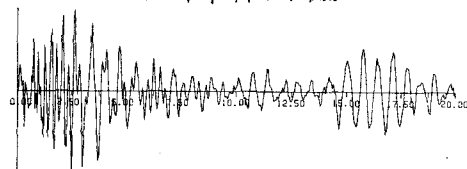


図-3 香ノ州にて記録した地震波

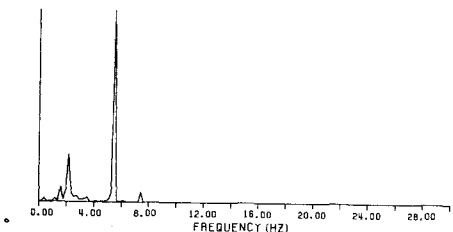


図-4 常時微動のパワースペクトル

Yoshikazu YAMADA, Hirokazu IEMURA, Kohei FURUKAWA,
 Shinji NAKANISHI, Kozo SAKAMOTO

ータから求めたパワースペクトルである。発破振動では最初の7秒間のデータをカットし、次の5秒間の自由振動部分のデータを用いてパワースペクトルを算出した。図-5はその結果である。図-6は実地震動記録の最初の10秒間のデータから求めたパワースペクトルである。発破振動、常時微動に関しては、

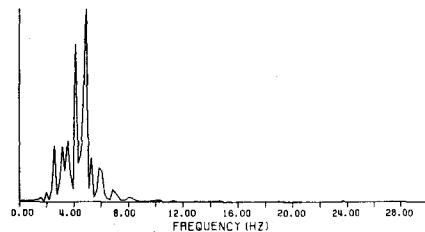


図-5 発破振動のパワースペクトル

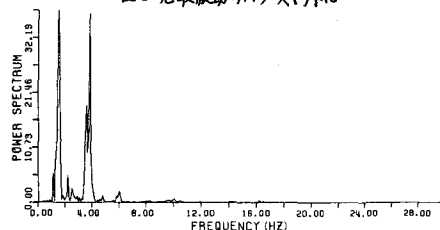


図-6 実地震動のパワースペクトル

16, 22, 37, 55 Hzの卓越振動数が認められる。これは地震記録の解析結果とほぼ一致しており、発破振動、常時微動計測から地盤の振動特性を明らかにすることが出来る。しかし地震動では16, 37 Hz発破振動、常時微動では55 Hzが最も卓越し、この相異は無視できない。常時微動の55 Hzの卓越は深夜も操業している工場の振動源に近い地盤の卓越振動数の惹起によると考えられ、発破振動のそれは発破による地盤の固有振動であり、周辺の工場群が誘発する振動源には無関係であると考えられる。これらの相異は地震と他の震源の相異による卓越振動モードの差に起因すると考えられる。

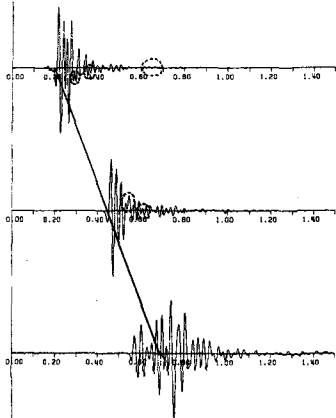


図-7 加算に板たし振動計測記録

SH波の立ち上りを明瞭に見まわめるには多重化によりSN比の改善を行なう必要がある。そのため50回の連続板たし振動計測を実施した。図-7(a)はP₁地点での50回の計測結果を立ち上り部分を原点にして加算した結果である。(b)はP₂地点、(c)はP₃地点での加算結果。これらは振幅の最大が縦軸の最大となるように波形は拡大されてゐる。離れた3地点で記録された波形から求めた表層のS波の伝播速度は約100m/s。この数値と本四公団報告書¹⁾の番1州地区の地下構造およびS波速度の数値から図-8に示すようなあらゆる伝播経路を考え、伝播時間を計算した。その結果を表-1に示す。これよりP₃地点での計測記録の特異性がPath 3'、Path 3"の屈折波によるものであることが解明された。

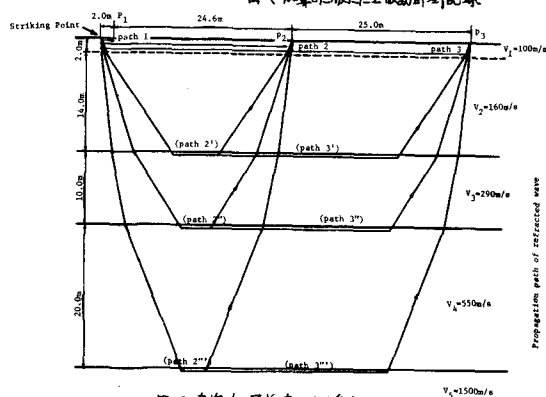


図-8 直達波、屈折波の伝播経路

表-1 propagation time of refracted wave

path 1	$t_1=0.020$ (sec)	path 3	$t_3=0.517$ (sec)
path 2	$t_2=0.267$	path 3'	$t_3'=0.361$
path 2''	$t_2''=0.275$	path 3''	$t_3''=0.360$
path 2'''	$t_2'''=0.314$	path 3'''	$t_3'''=0.384$
path 2''''	$t_2''''=0.367$		

4. あとがき 今回、常時微動、発破振動計測を行ないパワースペクトルにより実地震動との比較を試みたが、いまだ不明確な部分が残っており、さらに常時微動、発破振動計測を行なう必要がある。

5. 参考文献 ¹⁾ 土木学会・本州四国連絡橋耐震地盤に関する調査研究小委員会：本州四国連絡橋の耐震地盤に関する調査研究報告書、昭和54年3月