

■-7 2 横方向に振動荷重を受ける杭の実験結果について

金沢大学工学部 正員 喜内 敏

杭が横の方向より振動的な外力を受ける場合、実験室内での模型実験による結果の概要については、昭和 37 年及び 38 年の年次学術講演会で発表したが、模型実験の場合には現場における実際の状態と相似律のみでは解決できない種々複雑な問題を含んでいるために、実験室内での模型実験の結果をただちに実際の場合に適用するには、かなり困難性がある様に見える。

この報告は、昭和 36 年 11 月より昭和 37 年 4 月にわたり、国鉄静岡幹線工事局内で東海道新幹線をなす城山高架橋基礎杭の振動荷重による現場実験を行ったデータがあったのを、当時の局長坂本貞雄氏の格別の御配慮によって、私の研究室でこのデータを整理し、各種の場合について比較検討を行い、なお、杭の地盤に関する水平反力係数について、振動による影響の解釈を試みたので、これについて発表する。この城山高架橋基礎杭については静荷重による実験も同時に行われたが、この実験結果については、すでに国鉄の松本嘉司技師及び土屋敬技師の発表がある。

実験に使用した杭は直径 45 cm 厚さ 7 cm 長さ 15 m (軸鉄筋 16-φ 13) の鉄筋コンクリート製であつて、その配置の様子は第 1 図に示してある。振動測定位置は、振動計を地面に対し垂直上方に設置したときは第 2 図に、振動計を地面に対し平行方向に設置したときは第 3 図に示す。なお、起振機の取付位置は第 3 図に示してある。静荷重による試験報告書によれば、杭のデータは次の様になっている。製品重量 = 3,310 kg、 $G_{28} = 518 \text{ kg/cm}^2$ 、 $EI = 5.79 \times 10^{10} \text{ kgcm}^2$ 、 $I = 190,400 \text{ cm}^4$ 、 $E = 304,000 \text{ kg/cm}^2$ 。実施された振動実験の種類及びその方法は、次の一覧表に示す通りである。

実験	記号	荷重	起振機角度	摘要	実験	記号	荷重	起振機角度	摘要	実験	記号	荷重	起振機角度	摘要
1	AIZWAR	ONLOAD	180°		11	AIP2R	NOLOAD	180°		22	BIIP53R	NOLOAD	180°	
2	AIPWIR	"	180°	地中梁にお	12	AIV2R	"	180°	地中梁にお	23	BIIP53R	"	180°	
3	AIPWIR	"	180°	て、枕木に	13	BIIV2R	"	180°	て、枕木に	23'	BIIP53R	"	180°	
4	AIWIR	"	180°	加え、枕	14	BIP2'R	"	180°	4分の振動	24	BIIP53R	NOLOAD	180°	
4'	AIWIR	"	180°	荷重の	15	BIP1'R	"	180°	試験(枕	25	AIIP53F	"	40°	上梁の
4''	AIWIR	"	180°	振動試験	16	BIIV1'R	"	180°	木後)	26	BIIP53F	"	40°	振動試験
5	BIPWYF	"	40°		17	BIV1'R	"	180°		26'	BIIP53F	"	40°	
6	BIW4F	"	40°		18	AIIP53R	NOLOAD	180°		27	ABIIP53F	"	40°	
7	BIPW4R	"	180°		18'	AIIP53R	"	180°	地中梁切	28	CM	NOLOAD		同様の振動
8	BIPW4R	"	180°		19	AIP53F	"	40°	後の振動	29	CMG	"		試験
9	AIPIR	NOLOAD	180°		20	BIP53F	"	40°	試験					
10	AIIVIR	"	180°		21	BIIP53F	"	40°						

上記の一覧表の記号は次のものを示している。A = 斜杭, B = 直杭, I = 振動計を地面に対し垂直上方に設置した場合, II = 振動計と地面に対し平行方向に設置した場合, III = 地中梁を切断後に振動計と同一杭群の上に、地面に対し平行に、かつ起振機の作用方向に同列に設置した場合, IV = 地中梁を切断後にニヶ所の杭群上に振動計を設置した場合, P = 起振機による振動の作用方向と杭のニ群の間に平行になるようにした場合, V = 起振機による振動の作用方向と杭のニ群の間に垂直になるようにした場合, W = レールによって載

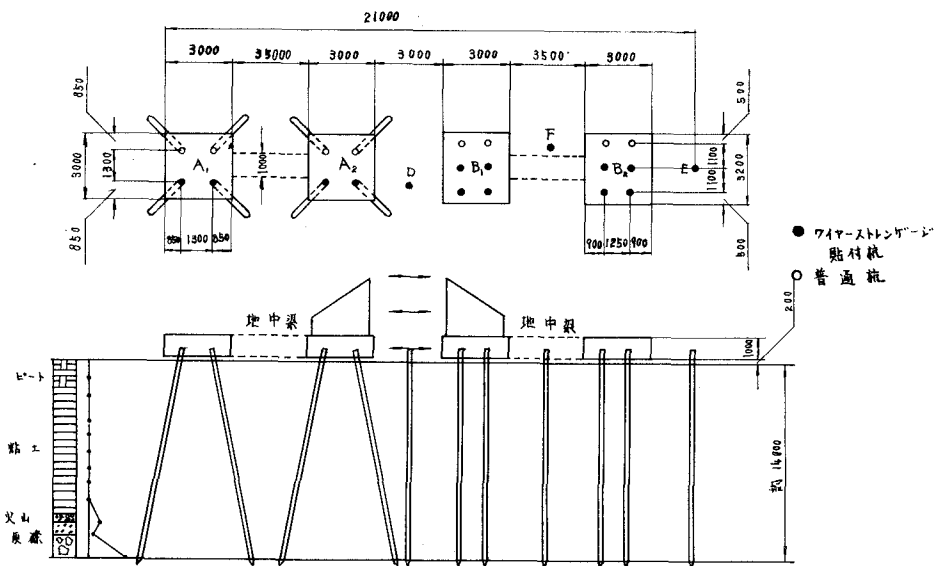
荷した場合, 1, 2, 3, 4 及び 1', 2', 3', 4' = 起振機を設置した場所 (4, 4' は A₁ 及び B₂ の載荷レベル上フーティング中心), R = 起振機の角度が 180° の場合, F = 起振機の角度が 40° の場合, D = 地中梁の切断後の振動試験, G = 土埋戻し後の振動試験, C = 単杭の振動試験, M = 中型起振機による振動試験, なお起振機による荷重については, 大型の場合, 角度 180° のとき $N^2/53.84$ (kg), 40° のとき $N^2/157.4$ (kg), 中型の場合 $N^2/1391$ (kg), ただし, N は起振機の回転数 (回/分) を示す。

以上各種の場合について, 起振機の振動数に対し各振動計の変位を求め, グラフ紙上にプロットして, 次の各場合について比較検討を試みた。すなわち, (1) 起振機の取付位置による比較, (2) 杭が地中梁によって連結されている場合, 起振機による振動の作用方向が杭の二群の間に平行の場合 P と垂直の場合 V との比較, (3) 起振機による荷重の大きさによる比較, (4) 直杭と斜杭の比較, (5) ON LOAD と NO LOAD の場合の比較, (6) 地中梁がある場合と切断した場合との比較, (7) 杭の上端部の埋戻しなどによる影響, 等である。これらの比較は, 実際はグラフの上で説明すべきであるが, 紙面の関係上, その結果の概要のみを説明しておく。

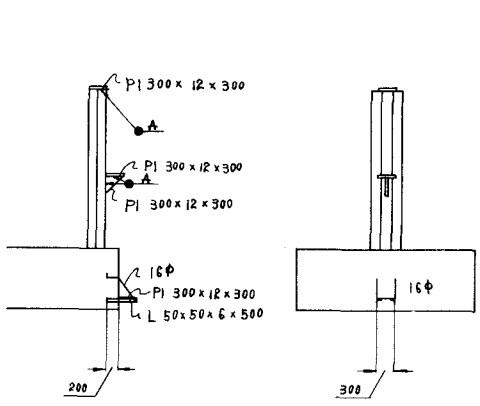
(1) の場合, 一般に起振機の取付位置に関係なく, 振動数と振幅の関係すなわち波形が一致する。ただ細部については, 回転数が大きくなると振幅に差が現れるが, それは小さなものである。(2) の場合, 一般に波形が似ている。そして, V 方向の場合は P 方向の場合を横軸の方向へ圧縮した形になり, 位相が段々とずれている。第一次及び第 = 次の共振点を調べると, P 方向の場合は V 方向の場合より大きな振動数であることを示している。振幅については, 同じ振動数の場合, P 方向の場合は V 方向の場合より小さいが, 共振点では, ほとんど等しくなる。(3) の場合, 振幅の極大点, 極小点の現れる回数は大体一致する。同じ回転数のところでは, 振幅の比がほとんど一定になり, 大体荷重の大きさの比になる。単杭の場合には, 振幅は回転数の二乗に比例している。(4) の場合, 直杭は斜杭より振動数がかかなり少ない位置で共振点が生ずる。振幅は同じ振動数のところでは, 直杭の方が斜杭より大きい。しかし, 共振点では振幅はほとんど等しくなる。(5) の場合, ON LOAD の場合は NO LOAD の場合よりも振動数のかかなり小さいところで共振点をもっている。振幅については, NO LOAD は ON LOAD より非常に大きくなる。NO LOAD は振幅の極大点が ON LOAD より多く現れる。(6) の場合, 地中梁を切断した場合には振幅は相当に増大する。共振をおこす振動数については, 減少する傾向にあるが増大する場合もかなりあって, 一概には言えない。(7) の場合, 埋戻した場合については, 共振点は振動数の大きいところに現れており, また, 振幅も小さくなり, 埋戻しの有効なことを表わしている。

なお, 弾性地盤中の杭に横振動があるとき, 杭の地盤に関する水平反力係数について, 振動による影響について理論的検討を行ったが, 紙面の関係で, こゝでは省略する。

この振動のデータ整理については, 国鉄の方々に種々御配慮をいただいた。特に田村浩一技師, 松本嘉司技師, 工屋敬技師及び梶田善技師の方々に大変お世話になり, こゝに深謝の意を表します。なお, 数多くのデータの整理については, 当教室の中村昭英君が主として行い, また藤波昌君が卒業研究として各種の場合について比較検討を行った。

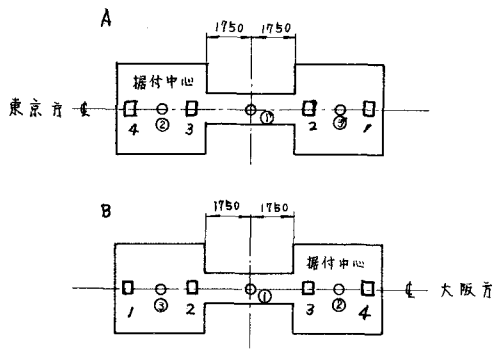


第 1 図



振動計設置台

第 2 図



Anchor Bolt 埋込位置 1, 2, 1', 2'
□ 測定位置

起振機取付図

第 3 図