

I-B 404

橋梁基礎に及ぼす地盤流動力の評価

建設省土木研究所 正会員 濱田 禎
北海道開発庁開発土木研究所 正会員 二宮 嘉朗
建設省土木研究所 正会員 田村 敬一

1. はじめに

昨年1月に発生した兵庫県南部地震においては、臨海埋立地等の軟弱地盤において、水際線構造物の移動と背面地盤の液状化に伴う地盤流動によって、道路橋の基礎に大きな変位が生じた。本研究では、地盤流動により橋梁基礎に作用した「流動力」を評価するため、事例解析を行った。

2. 解析手法

解析の対象とした基礎の例を図-1に示す。この基礎は、水際線構造物から約20m離れた場所に位置し、88cmの残留変位を生じていた。また、周辺地盤は大きいところで約3mの残留変位を生じていた¹⁾。

解析にあたっては、図-2に示すようなモデルを用いた。これは、基本的には「復旧仕様」²⁾に掲載されている「杭基礎の非線形性を考慮した照査モデル」と同じで、荷重の載荷位置と杭体のM- ϕ 関係についてのみ変更した。

88cmの変位が生じるにはどれだけの荷重が必要かを、図-2のモデルを用いて計算するわけであるが、基礎の荷重-変位曲線を求めるにあたり、荷重について次のように設定した。すなわち、非液状化層には三角形分布を、また、液状化層には等分布荷重を想定し、各々の総和の比をそれぞれ、100:0、75:25、50:50、25:75に設定した計4パターンである。これらの比をそれぞれ一定に保ったまま荷重を漸増させて計算した荷重-変位曲線が図-3で、以下の解析では、これらの4曲線をもとに様々な比の場合の荷重-変位曲線を推定している。4曲線の違いは、水平力としての総和が等しくても、作用位置が上方になればなるほど、杭体に大きなモーメントが作用することを表している。

なお、杭体のM- ϕ 関係については、復旧仕様が定める軸力状態でのM- ϕ 関係を用いて荷重-変位曲線を一度計算し、その際得られた全杭降伏時における軸力状態で再設定して計算しなおした。また、基礎前面の地盤バネは、地表面からN値15の砂層の上面までについて、これを期待しないこととした。

3. 解析結果

図-3の解析結果で、非液状化層のみが基礎に荷重を作用させると考えると(曲線①)、作用した荷重の総和は1651tfとなり(A点)、作用し得る最大の力である受働土圧よりも大きいということになる。このことから、液状化層も基礎に荷重を作用させたと考えられるが、非液状化層と液状化層の荷重の分担率がどのような比になるのかは、このような逆解析からは確定できない。そこで、非液状化層が最大値である受働土圧(P_p)を作用させると仮定すると、残りの荷重(=液状化層が作用させる荷重、 Σp)がどれくらいの大きさになるのかを求めることにした。前述したように全作用荷重(P_{total} とする)は液状化層が作用させる荷重の総和と非液状化層が作用させる荷重の総和の比(= $P_p : \Sigma p$)によって変化するが、 Σp が $P_{total} - P_p$ と等しくなるような P_{total} は唯一であり、図-3におけるB点がこの状態を示す点にあたる。このとき Σp は2147tfということになる。

同様の解析を他に4ケース行い、それぞれのケースにおける Σp を求めた結果をまとめたのが表-1である。各ケースを同じ尺度で比較するため、液状化層中の基礎が受ける泥水圧の総和(全上載圧)に対する Σp の比率を求めると、概ね0.2程度になっていることがわかる。

4. まとめ

復旧仕様の「杭基礎の非線形性を考慮した照査モデル」に準拠して解析した場合、非液状化層が受働土圧、

液状化層が泥水圧の2割程度を基礎に対して作用させたと考えた荷重が、計測された変位に概ね等しい変位を与えることがわかった。この結果は、大変位を生じる地盤流動が発生し、基礎がそれに抵抗する場合に作用する荷重の指標にはなろう。

参考文献

- 1) 「兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書」：平成7年12月、兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会
- 2) 「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料（案）：平成7年6月、日本道路協会

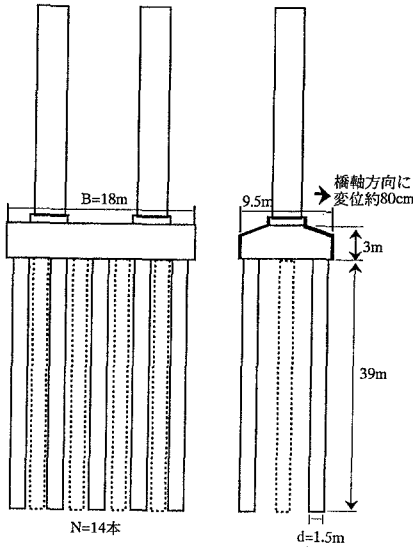


図-1 対象橋脚の概要図

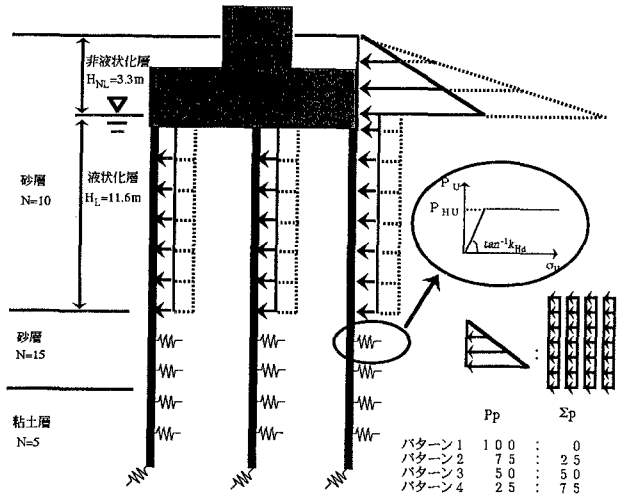


図-2 解析モデル図

表-1 解析結果の一覧

	case1	case2	case3	case4	case5
displacement (cm)	100	56	62	88	63
K ₀	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14
r ₀ (tf/m ³)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
H _{NL} (m)	3.7	3.69	2.85	3.3	3.7
H _L (m)	1.15	0.71	2.15	1.6	0.356
H _{L2} (m)	9	8	14	10	9
B (m)	53	22	22.5	18	7
d (m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1
n	52	15	22	14	9
P _p (tf)	2553	1054	643	689	337
P _{total} (tf)	3957	1959	2319	2147	453
ΣP=(P _{total})-P _p	1404	905	1676	1458	116
P _p /P _{total} (%)	64	53	27	32	74
ΣσA (tf)	11601	2677	9747	3735	1194
Σσ/Σσ _{0b}	0.12	0.33	0.17	0.39	0.09

displacement : 計測変位 (cm)

- K₀ : 受働土圧係数
- H_{NL} : 非液状化層の厚さ (m)
- H_L : 液状化層の厚さ (7-f₇/g₀) (m)
- H_{L2} : 液状化層の厚さ (m)
- B : 基礎幅 (m)
- d : 杭径 (m)
- n : 杭本数
- P_p : 非液状化層の受働土圧 (tf)
- P_{total} : 基礎に作用した荷重の総和 (tf)
- ΣP : 液状化層中の基礎に作用したと推定される荷重 (tf)
- ΣσA : 全応力×基礎の面積の総和 (tf)

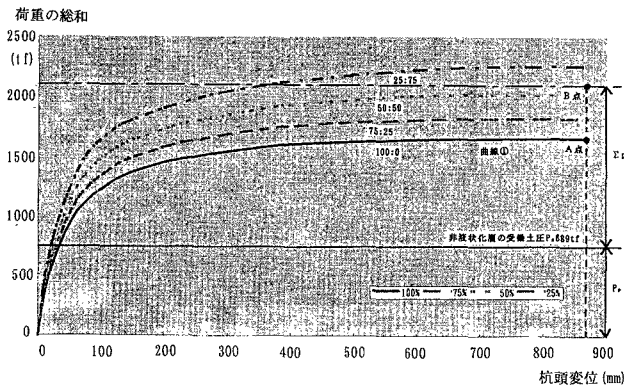


図-3 変位と荷重の関係