

III-462

逆解析による単杭の変位予測

長岡技術科学大学 正員 本城 勇介
Arun Chaiseri Consulting Eng. S. Rianrukong
(Bangkok, Thailand)

1. まえがき

バンコク地域における杭の変位を計算するための土質定数を、多数の杭の載荷試験結果より逆解析により求める研究を行なっている。(Honjo et. al., 1993, 1994) この報告では、先に発表したPoulosら(1980)の弾性解を基にしたモデルに改良を加え、杭と地盤との間に働くせん断力がある値に達したとき滑りが起こるモデルを導入し逆解析を行なった。

2. 解析の方法

解析の方法は先に示した文献に詳しいので、ここでは極めて簡単に述べるにとどめる。

杭の変位を計算するために用いたモデルはミンデルソンの弾性解を基にし、これに杭と地盤の変位の適合条件を加味することにより解を得るPoulosらが提案したモデルである。これに今回は杭と地盤の間に滑りが生じることを仮定しているが、この拡張もPoulosらが既に行なっており、これを本研究でも用いている。

逆解析は、最尤法に基づく非線形回帰分析を基礎としており、求められた推定値の不確実性評価はモデルを推定値でテイラー展開により線形化し、その上で線形回帰分析の理論を応用して評価している。そのほか解析結果の評価には、共分散行列、相関行列の他、重共線性を評価するための条件数を用いる。これらの説明はHonjo et. al. (1993, 1994) を参照されたい。

3. 解析データ

解析の対象としたデータは、バンコクの高速道路建設に当り行なわれた杭の載荷試験結果で、構造物の性質上地域的にはかなり広い地域に分布している。これはHonjo et. al. (1993)で「Project A」と呼ばれているデータであり、地盤の詳細はこれに譲る。図1に載荷変位曲線と、図2に荷重伝達分布の一例を示した。この一連の載荷試験では、上部粘性土層の荷重分担に大きなばらつきがある。

解析の入力では以下の点に留意した。

(1) 非排水状態を仮定し、ポアソン比を0.5とした。

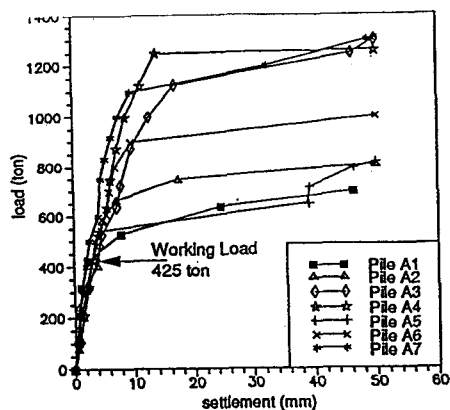


図1 荷重-変位曲線

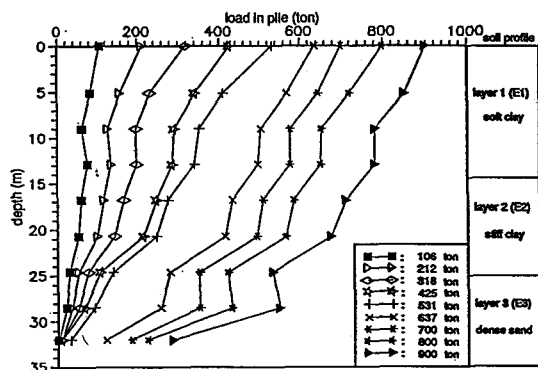


図2 荷重伝達曲線の一例

1.0	-.0444	.0286	-.0913	.0350	.0216
-.0444	1.0	.0021	.0362	-.0536	.0459
.0286	.0021	1.0	-.0061	.0091	-.2311
-.0913	.0362	-.0061	1.0	.7628	.2435
.0350	-.0536	.0091	-.7628	1.0	-.7902
.0216	.0459	-.2311	.2435	-.7902	1.0

図3 相関行列 (PPLT)

表3 条件数

Pile	Conditional No.	Pile	Conditional No.
A1	22.9	A6	21.3
A2	35.0	A7	20.2
A3	24.0		
A5	20.5	PPLT-ALL	7.8

(2) 杭のヤング率は $3,000,000 \text{ t/m}^2$ とした。

(3) 地盤は地域の慣用に従い3層に単純化した。

なお、杭A4は破壊に至るまでのデータが得られていなかったので解析から除いた。

4. 解析結果

解析は次の2つのシリーズに分けて行なった。

P P L T : 個々の載荷試験結果にのみ基づいて解析を行なった。結果は表1に示した。

P P L T - A L L : 全てのデータを同時に考慮して解析を行なった。従って解析結果は本プロジェクトの地域内でそれぞれの地層についての土質定数を求めたことになる。結果は表2に示した。

P P L Tについて次のことが言える。

(1) ヤング率に付いても粘着強度についても、推定値はかなりばらついている。

(2) ヤング率の変動係数は、粘着強度の変動係数に比べて高い。

(3) 図3に示した相関行列を見ると、それぞれの定数はかなり独立性が高い。これは先に、Honjo et.al. (1994) では推定されたヤング係数の間に非常に強い相関関係があったのとは対照的である。

(4) しかし表3に示すように条件数は20以上であり先の弾性モデルでは40以上あったのに比べ低下しているとは言え、重共線性は高い。

P P L T - A L Lについては、条件数が7.8に減少しているなど重共線性は改善されているが、E1とa1の推定分散が大きく、この載荷試験では上部軟弱粘土層の定数の推定が困難であることを示している。

全般的に言って、今回採用した地盤と杭の間の滑りを考慮したモデルは、前回の滑りを考慮しないモデルに比べ力学的にはもちろん、統計的にもよい解析結果を与えるように思われる。

5. むすび

今後は、最適モデル選択の基準、ロバストな推定値の決定方法などを研究して行く予定である。

参考文献

- Honjo et.al. (1993) SOILS AND FOUNDATIONS, Vol. 33, No. 2, pp.126-144
 Honjo et.al. (1994) Proc. 8th IACMAG (in press)
 Poulos and Davis (1980) John Wiley & Sons

表1 解析結果 (P P L T)

Parameters	Pile No.	Estimates (t/m^2)	s.d. (t/m^2)	c.o.v. (%)
E1	A1	5,000	180	3.6
	A2	9,100	270	2.9
	A3	11,500	1,040	9.0
	A5	10,200	770	7.6
	A6	5,800	50	.8
	A7	10,500	210	2.0
E2	A1	6,000	500	8.4
	A2	9,200	540	5.9
	A3	16,700	1,940	11.0
	A5	11,000	3,200	29.0
	A6	6,700	110	1.7
	A7	11,500	620	5.4
E3	A1	7,500	20	2.6
	A2	3,500	30	7.4
	A3	4,900	60	.2
	A5	15,300	140	.9
	A6	8,800	30	.4
	A7	6,100	50	.8
a1	A1	3.2	.04	1.1
	A2	8.0	.08	1.0
	A3	6.9	.14	2.0
	A5	6.2	.09	.1
	A6	6.8	.02	.3
	A7	8.9	.07	.8
a2	A1	3.1	.08	2.6
	A2	7.1	.15	2.1
	A3	8.4	.16	1.8
	A5	2.3	.18	7.7
	A6	6.4	.04	.7
	A7	5.7	.11	1.9
a3	A1	11.8	.10	.8
	A2	11.2	.17	1.5
	A3	10.5	.20	2.0
	A5	8.0	1.63	20.0
	A6	8.6	.08	.9
	A7	7.0	.09	1.3

表2 解析結果 (P P L T = A L L)

Parameters	Estimates (t/m^2)	s.d. (t/m^2)	C.O.V. (%)
E1	4,100	1,130	27.6
E2	7,100	130	1.8
E3	7,900	40	.5
a1	0.8	.03	3.7
a2	10.2	.04	.5
a3	11.4	.05	.5