

浚渫粘土遠心力載荷試験結果と IP 法の点検

地域地盤環境研究所 藤田光治 諏訪技術士事務所 諏訪靖二  
 東洋建設 和田真郷  
 韓国港湾技術団 具本暁 三星建設 安成模

1. まえがき

本論文では浚渫粘土の沈降・自重圧密現象を対象とする。この現象の沈下予測の中で体系化されて提案されているのが圧密パラメータと塑性指数を関連させた相関式<sup>1)</sup>であり、ここに IP 法と呼ぶことにする。そこで本研究は浚渫土の沈降・自重圧密現象解明の一助にするために人工浚渫土材料を用いた遠心力載荷試験を行い、IP 法による推定精度を検討した。その結果低圧力の段階では実験結果と予測結果に乖離が発生した。このため本研究では全体的な沈下過程を対象にした近似曲線の検討を行い、双曲線近似の適用性を示した。

2. 浚渫土の沈降・自重圧密現象と IP 法

本研究では浚渫土の沈降・自重圧密の予測式として両対数紙上で提案されている式(1), (2)<sup>1)</sup>を使用した。またこれに対応するパラメータと塑性指数の関係は式(3)~(6)から求めた。

$\log e=A+B \log P$  (1),  $\log k=C+D \log P$  (2)

$A=0.0579+0.00333 I_p$  (3),  $B=-0.166-0.000303 I_p$  (4)

$C=-5.11-01.005.9 I_p$  (5),  $D=-0.839-0.00168 I_p$  (6)

3. 遠心力載荷試験試料条件と試験結果

人工浚渫粘土は藤森粘土とベントナイトを混合することによって作成した。混合土のデータベースから表-2のように調整した。塑性指数を 40, 70, 90%とし、それぞれ初期含水比を変えた試験を行った。試験は単層投入と3段階投入で行った。このうち単層試験結果を表-3に示す。試験の設定投入高さは10cm~60cmであるが、遠心力試験は100gで実施したので、相似則により実大規模にしたときの結果を表の右欄にまとめてある。試験結果を実大規模で示すと、初期投入高さは約15m~約60m、試験終了時の高さは約8m~約17mになる。また実験期間は約6000日~約30000日である。

4. IP 法の点検

図-1は IP=40%と70%に対する式から求めた e-logp 曲線と遠心力載荷試験結果を比較したものである。図より圧密圧力が10kPa以下の

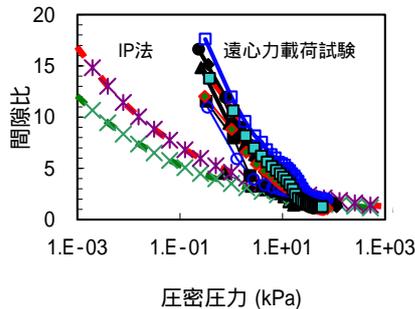


図-1 IP 法と遠心力載荷試験結果

低圧力レベルでは塑性指数から推定した圧縮曲線と実験結果では乖離があり、低圧力方向にこの差は大きくなることが分かる。図-2は e-logp 上の線形性をチェックする図であり、図の圧縮指数は e-logp 上の勾配で決められる。従って e-logp 上で線形性があれば、図-2では間隙比によらず圧縮指数は一定にならなければならない。しかし浚渫土の圧縮曲線をみれば、e-logp の線形性が成立していないことは明らか

表-1 試料の物理的性質

試験項目		藤の森粘土	Naベントナイト
土粒子の密度	(g/cm <sup>3</sup> )	2.551	2.645
粒度組成	礫分 (%)	0.00	-----
	砂分 (%)	10.48	-----
	シルト分 (%)	77.30	-----
	粘土分 (%)	12.22	-----
最大粒径	(mm)	2.00	-----
液性限界(LL)	(%)	50.57	130.04 <sup>*</sup>
塑性限界(PL)	(%)	25.27	33.02 <sup>*</sup>
塑性指数 Ip		25.30	97.02 <sup>*</sup>
最大乾燥密度	(g/cm <sup>3</sup> )	-----	-----
最小乾燥密度	(g/cm <sup>3</sup> )	-----	-----

<sup>\*</sup>海水使用

表-2 配合と初期条件

塑性指数 Ip	ベントナイト添加率%	液性限界 %	塑性限界 %	土粒子密度 (合成密度) g/cm <sup>3</sup>	初期含水比 %
40	40	62	19	2.573	200 500
70	195	95	22	2.613	200 500
90	1270	121	32	2.638	200 500

\* 添加率は乾燥質量比

表-3 単層投入結果

ケース	IP	設定含水比 %	設定投入高さ cm	初期投入高さ m	終了時高さ m	実質土粒子高 m
IP40-500-60	40	500	60	60	13.7	4.42
IP70-200-15	70	200	15	14.9	8.3	2.46
IP70-200-30	70	200	30	30.2	15.3	4.99
IP70-200-45	70	200	45	44.8	16.6	7.32
IP70-500-20	70	500	20	20.4	6.3	1.45
IP70-500-40	70	500	40	39.9	11.2	2.83
IP70-500-60	70	500	60	59.8	15.6	4.26
IP90-200-30	90	200	30	30	16.2	4.82
IP90-500-60	90	500	60	59.5	16.6	4.25

キーワード：浚渫土, 沈降, 自重圧密, 塑性指数, e-logp 曲線, 双曲線

連絡先：〒550-0012 大阪市西区立売堀4丁目3番2号(財)地域地盤環境研究所 TEL: 06-6539-2971

かである。図中には IP 法から得られる圧縮指数を示した。IP 法の圧縮曲線は  $e - Cc$  図上では間隙比と圧縮指数が比例するような形状になり、試験結果とは異なる形態であった。

5. 双曲線法と浚渫土の沈降・自重圧密

低応力下での IP 法の推定結果と遠心力载荷試験結果の乖離を踏まえて、本研究では沈降・自重圧密データに対し双曲線法による近似化を試みた。図-3 は遠心力载荷試験結果から得られた圧密圧力とひずみの関係を示し

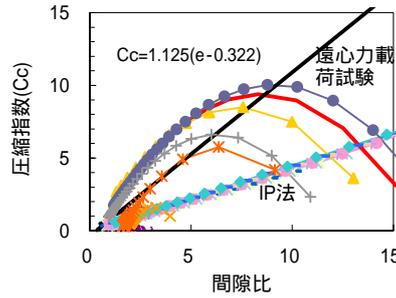


図-2 圧縮指数の非線形性

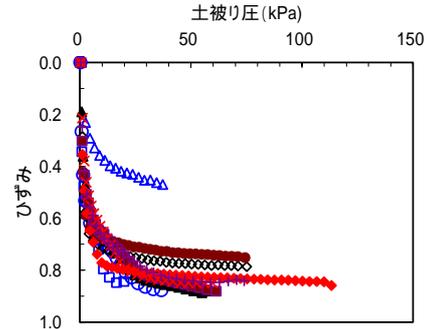


図-3 遠心力载荷試験結果とひずみによる整理

ている。これらのデータに対し、式(7)の式で近似化を試みた。

$$s = p / (a + bp) \quad (7) \quad r = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (8)$$

ここに  $s$  : ひずみ(%),  $p$  : 圧密圧力(kPa),  $a, b$  : パラメータである。図-4, 5 は近似した結果の一例ある。図-5 では 10kPa 付近でやや乖離しているが、全体的に低圧力レベルから 100kPa レベルまで比較的広域的な応力範囲で近似はよい。双曲線法による圧密曲線の近似は浚渫土ばかりでなく、いくつかの土に対してもその適用を検討している。図-6 は有機質土、釜山の沖積粘土に対して双曲線法を適用した場合のパラメータの関係を示している。ここに双曲線係数を式(8)で定義している。図から圧縮性が大きな有機質土か、沖積粘土、さらに浚渫土が圧密降伏応力に対し両対数紙上で線形に近い関係にあることを示している。なお図-1 に見られるように遠心力载荷試験による  $e - \log p$  曲線では浚渫土の圧密降伏応力を決めることはできない。このため実験データとして入手した初期圧力を用いて整理している。遠心力载荷試験の曲線から圧密降伏応力を求めることは無理があるので、図-7 に示すように液性指数に対する双曲線係数を整理してみた。ばらつきはあるが、概略的には液性指数が増大すれば双曲線係数はやや増大する傾向にありそうである。

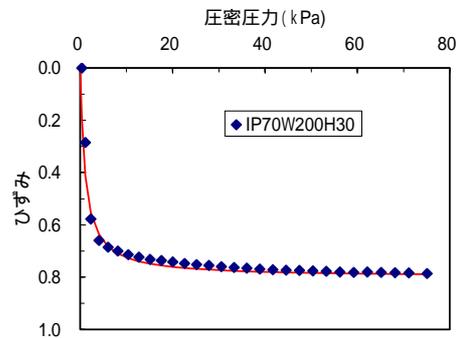


図-4 双曲線法の適用例(1)

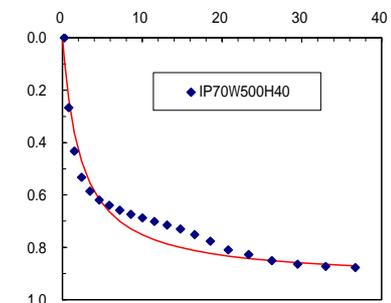


図-5 双曲線の適用例(2)

6. おわりに

本研究では藤森粘土とベントナイトを混合して人工浚渫粘土を作成した。いわば純粋な粘土の懸濁液である。これに対し、IP法は実現場のデータから割り出されたものであり、砂分も混入している。コンシステンシー試験は細粒分に対する試験であるため、実際の現場にIP法を適用する時砂分混じりの浚渫粘土になる可能性は高く、従って今回の実験結果に比べ圧縮性が小さくなる可能性が考えられる。これらについては今後の研究課題である。

参考文献)

1) 新舎博・千葉健志・鈴木洋平・山口了也：ポンプ式浚渫粘性土の埋立容積予測システムの開発，五洋建設技術研究所年報，Vol.19，pp.17-28，1990。

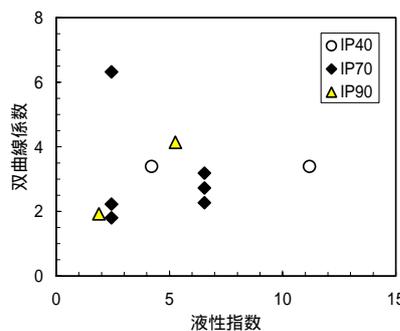


図-7 液性指数と双曲線係数

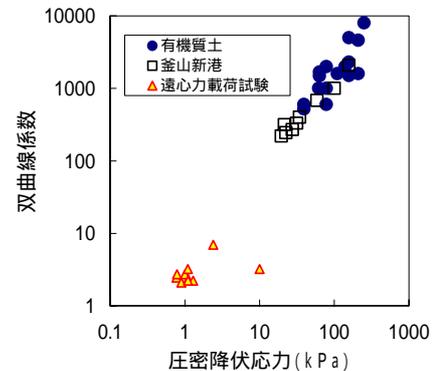


図-6 圧密降伏応力と双曲線係数