

III-345

粘着力を持つ地盤上の基礎の支持力に関する実験

(株) 大林組 正会員 井上 昭生
建設省首都国道工事事務所 同 岡原美知夫
建設省土木研究所 同 知見 健司
同 上 木村 嘉富
東京大学 生産技術研究所 正会員 龍岡 文夫

1. はじめに

道路橋示方書などの各種技術基準では、直接基礎などの浅い剛体基礎の鉛直支持力を求める推定式は、剛塑性理論に基づいている。しかしながら、これには進行性破壊などの問題点が指摘されてきている。筆者らは、これまでに砂質地盤上の鉛直支持力について実験的・解析的に研究してきた。その結果、砂地盤上の浅い基礎の鉛直支持力（ N_{γ} 項）には基礎の寸法効果が確認され、それを定量的に把握できた。本報文では、粘着力を持つ地盤を対象とした支持力実験の結果を報告する。

2. 地盤の作成

本実験は、真の粘着力を持つ地盤を対象とした支持力（ N_c 項 + N_{γ} 項）の検討の一環として行ったものである。実験材料は、セメント改良を行った豊浦標準砂である。この材料を選定した理由は、1) 過去に粘着力成分（ c 成分）のない豊浦砂について詳細に研究を行っており、未知の材料よりは豊浦砂に c 成分が上乘せされている材料の方が検討し易く、2) セメント改良を行った場合、その混入率と養生時間の組み合わせで c 成分の大小を決めることが可能なため、である。

本実験に先立って、セメント改良土におけるセメント添加率（セメント重量／砂重量）と一軸圧縮強度の関係及びその施工性確認のための予備実験を行った。これにより、配合、養生時間の設定、流動化剤の適正混入量を決めた。ただし、養生方法は早期に一樣な地盤を作成するため、蒸気養生とした。予備実験の結果のうち、セメント添加率と一軸圧縮強度の関係を図-1に示す。同図より、セメント添加率の増加に対して一軸圧縮強度は非直線的に大きくなることがわかる。これらの予備実験結果より、土槽の強度及び施工性（ワーカビリティ）から実験対象となり得る強度の出現を期待するには、最大セメント添加率5%、最大含水比15%、最大養生時間40hにする必要があることがわかった。

3. 実験方法

本実験は、図-2に示すような小型土槽（内寸法：幅10cm×高さ30cm×長さ60cm）、中型土槽（内寸法：幅40cm×高さ60cm×長さ120cm）及び遠心力場実験土槽（内寸法：幅10cm×高さ30cm×長さ50cm）を用意し、土槽側面の摩擦を低減させるためシリコングリースとラテックスメンブレンを使用した。地盤作成は、豊浦砂とセメントを乾燥状態で一定時間コンクリートミキサーで混ぜ練りし、水と流動化剤を加えた後、さらに

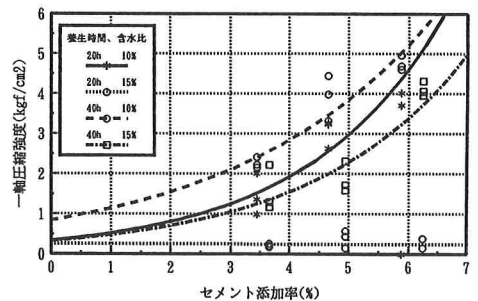


図-1 セメント添加率と一軸圧縮強度の関係

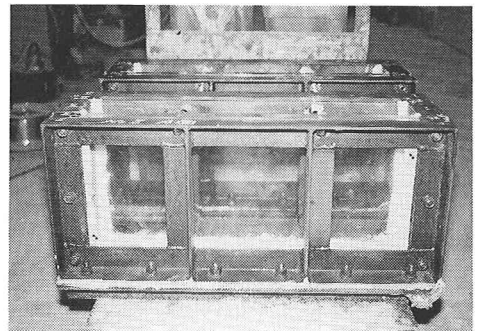


図-2 小型実験土槽

一定時間混ぜ練りした。土槽への打設は気泡等が入り込まないように注意し、打設後、セメントの水和を促進する目的で土槽をそのまま蒸気養生槽へ搬入し、所定の温度履歴を与え、養生を実施した。載荷は2.5cm、5cm、10cmの基礎幅(B_0)のフーチングにロードセルを介して行い、荷重-沈下特性及び各代表値での写真撮影（後にひずみ分布図の作成のため）を行った。実験ケースは表-1に示す通りである。以下、 B_0 は実寸法、 n は加速度レベル（重力の加速度； $n=1$ ）、 $B(=n \times B_0)$ は換算基礎幅である。

4. 実験結果

まず、同一基礎幅で異なる配合（一軸圧縮強度）に対して荷重-沈下特性を比較する（図-3）。セメント添加量が増えるごとに明確に最大支持力が増えることがわかる。また豊浦砂のピーク荷重値が $q=1\text{kgf/cm}^2$ 程度($B_0=10\text{cm}$, $n=1$)であったことから、重ね合わせの原理（ $q=N_e$ 項+ N_γ 項）が成立するとして、ピーク荷重の大部分を N_e 項が占めるようである。次に、同一配合で異なる基礎幅に対する荷重-沈下特性を図-4に示す。同図から N_e にも寸法効果（ $n=1$ での B_0 の増加による N_e の減少）があることがわかる。遠心力場での実験では、遠心力をかけることにより地盤中の自由水が土槽の底部へ移動してしまい不均一な地盤になってしまったが、同一の $B=n \times B_0$ でも、1Gでの試験よりも遠心力載荷試験の場合の荷重ピーク時の S/B_0 が大きく、また、 $(2q/\gamma B)_{max}$ が大きいたことがわかる。これは、同一の $B=n \times B_0$ での地盤の内部構造の寸法（砂地盤では砂粒径）と B_0 の相対的な大きさの影響をあらわしている。

5. まとめ

セメント改良砂質土の鉛直支持力実験を実施した結果、以下のことがわかった。

- ①蒸気養生槽による養生時間、セメント混入量が増加するに従って、一軸圧縮強度並びに最大支持力は非常に大きくなる。
- ②セメント改良地盤においても、豊浦砂と同様に明確な基礎の寸法効果が見られた。さらに、同一の等価基礎寸法でも遠心力載荷試験での支持力と破壊時基礎沈下量が大きいことが分った。

今後は、追加実験を行い、粘性土地盤の寸法効果を定量的に算出するとともに、要素実験を含めて解析的な検討を実施する予定である。なお、本研究は、筆者が土木研究所の部外研究員の際に実施したものである。

謝辞

本実験に際し、地盤作成並びに促進養生を指導していただいた小野田セメント(株) セメント・コンクリート研究所の小野主席研究員及び松井研究員に紙面をかりて謝意を表する。

参考文献

- 1)金有性：三軸圧縮試験によるセメント改良砂質土の変形特性、東京大学大学院工学系研究科修士論文、(1989)、2)小林晃：セメントによる混合固結土の力学特性、東京大学大学院工学系研究科修士論文、(1989)

表-1 実験ケース

換算基礎幅 c, w, T B(=nB ₀)	重力場			遠心力場			目標 q _s (結果 q _s) (kgf/cm ²)
	2.5cm	5cm	10cm	10cm	50cm		
	(1G)			(10G) (50G)			
配合 1, 20%, 20h	case 1	case 2		case 3	case 4		0.2 (0.13)
配合 2, 20%, 20h	case 5	case 3		case 7	case 8		0.4 (0.13)
配合 3, 15%, 40h	case 9	case 10	case 11	case 12	case 13		1.5 (1.91)
配合 4, 2.5%, 40h	case 14	case 15					0.5 (0.35)
配合 5, 15%, 40h	case 16	case 17					2.0 (2.00)

c:セメント重量/全重量、w:水重量/全重量、T:養生時間

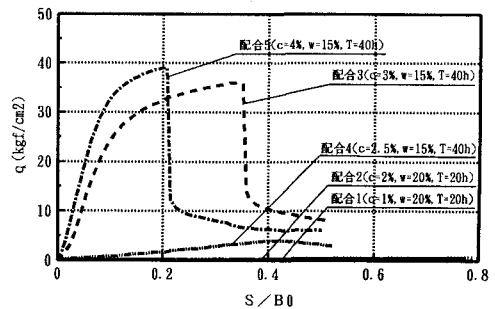


図-3 配合の差による荷重-沈下特性の差 ($B_0=2.5\text{cm}$)

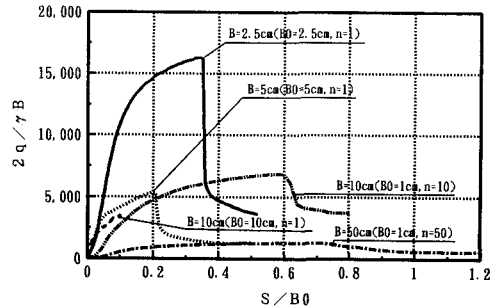


図-4 基礎の寸法効果（配合3） ($c=3\%$, $w=15\%$, $T=40\text{h}$)