

電気浸透法によるプラスチックドレーン圧密の促進効果について

佐賀大学理工学部 学○ 秋山 優一 同大学院 学 H. アビエラ
同 正 三浦 哲彦
(株)錦城護謨 野村 忠明

1. まえがき

軟弱地盤改良工法の一つとしてプラスチックドレーン(以下PD)工法が広く用いられている。その効果を高めるために、電気浸透工法と併用することが最近注目されてきている。特に従来の直流電源の代わりに、極性を周期的に変える交番電流を与えることで効果を高める研究が行われている¹⁾。本報では、高含水比の粘土を対象に、この工法の効果を知るための基礎実験として、モールドによる圧密試験を行い、通電による沈下速度、せん断強さ、含水比、物性への影響を調べた。

2. 実験装置および実験方法

図1に示すモールド(内径30cm、高さ30cm)に攪拌した粘土を入れ、含水比、上載荷重、直流電圧の大きさを変え、6種類の圧密試験を行った。用いた粘土は有明粘土である。上載荷重(2kPa, 4kPa)はモールド上部からかけた。PDは市販の代表的材料であり、そのPD材の12個のコアに銅線(線径1.2mm)を入れたものと、入れないPD材とを重ねて電極とした。直流電源と電極を接続し、その間に電圧計をつなぎ電圧を測った。土中に電流を流すと陽イオンは陰極に移動し、その移動と共に水も陰極に引っ張られる²⁾。陽極と陰極を24時間毎に交代させることで(周期48時間)、土中水の流れの偏りを防いだ。電流を流さないPD材のみの圧密試験も行い、電気浸透工法併用の場合との比較検討を行った。

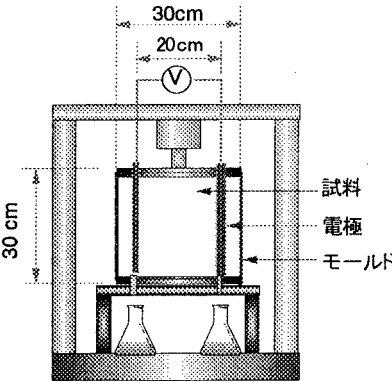


図1 実験装置

3. 実験結果および考察

図2および3に経過時間に対する沈下量の関係を示している。この図により、PD材のみを用いたものと電気浸透(60V/m、120V/m)を併用したものととの沈下速度の違いをみることができる。実験により、PD材のみを用いた場合より電気を通じたほうが効果は大きく、実験の範囲では電圧が高いほうが早期圧密を図れることがわかった。これは土中で、電圧が高いほど多くの陽イオンが陰極に移動し、そのとき多くの土中水も引き連れて移動する電気浸透現象が起きたからと考えられる。

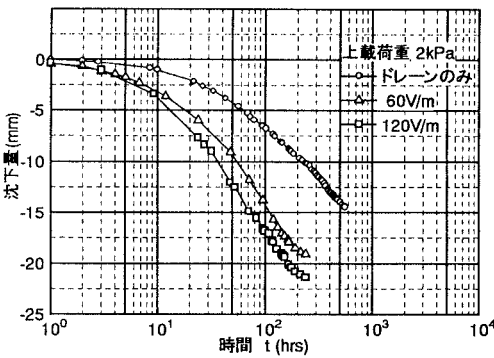


図2 沈下量-時間

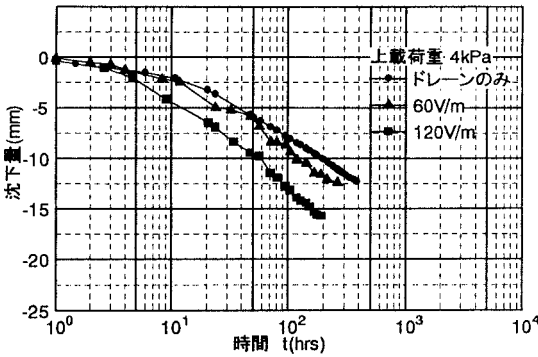


図3 沈下量-時間

表1に圧密試験前後の電極付近の試料についての物性の変化を示す。液性限界、塑性限界および塑性指数は大きく増加した。同じような現象をCasagrande³⁾も報告しているが、その理由は明らかでない。一つの可能性として、細粒分が電極近くに移動したことが考えられる。

圧密が促進されると、その分強度が増加するのは当然であるが、この実験では電気を用いたので、実際に圧密試験前後において、ペーンせん断試験機により土のせん断抵抗を測定し、電気浸透法が土のせん断強さに及ぼす影響について調べた。測定断面はモールド底部から5cmの断面で測定点は図3に記した各点である。含水比はモールド中部のせん断試験を行っていないところで測定した。

それらの結果とせん断強さの強度比を表2(上載荷重2kPa、60v/m)、表3(上載荷重2kPa、120v/m)に示している。これらの結果から短期間で含水比は低下し、せん断強さが増加したことがわかる。PD電極に近いところほど強度比は高くなる傾向がみられる。PD電極に近いほど電位は高く、それに伴い、イオンを引きつける力が大きくなり⁴⁾、電気浸透現象により多量の水がPD電極に集まり、排水された結果であると言えよう。また、2つの電極付近の強度比はほぼ同じであることがわかる。これは、24時間毎に極性を変えた結果である。極性を変化させる場合の最適周期は電極間距離、電圧、粘土の電気化学的特性によって変わる。これらの条件について、今後の実験で確かめていく必要がある。

4. まとめ

実験の範囲では、電気浸透法における電圧が高いほど圧密促進の効果は大きく、粘土の含水比低下とせん断強さの増加は大きくなることがわかった。実験後の試料の強度分布は、PD電極に近いほど強度増加が大きいこと、極性を24時間毎に反転(1周期48時間)させることで、2つの電極近くの物性変化は同じとなることが確認された。

本実験では、まだ緒についたばかりであり、さらに実験条件を広げていく必要がある。

参考文献: 1) Gray, D. H., Somogyi, F.: Electro-Osmotic Dewatering with Polarity Reversals, Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol.103 No. GT1, 51-54. 2) 白浜啓四郎: 界面動電現象、蛋白質、核酸、酵素 Vol. 38 No. 13, 1993. 3) Casagrande, L.: Electro-Osmotic Stabilisation of Soil, Journal of the Boston Society of Civil Engineers, Vol. 39, 51-83(1952). 4) 山内豊聡: 土の物理化学と土質工学への応用、土と基礎 34-1(336)、1986.

表1 電気浸透試験による物性の変化

	実験前	実験後
液性限界(%)	65	95-97
塑性限界(%)	32	39-43
塑性指数(%)	33	53-59
間隙水のpH	8.4-9.4	4.9-5.2

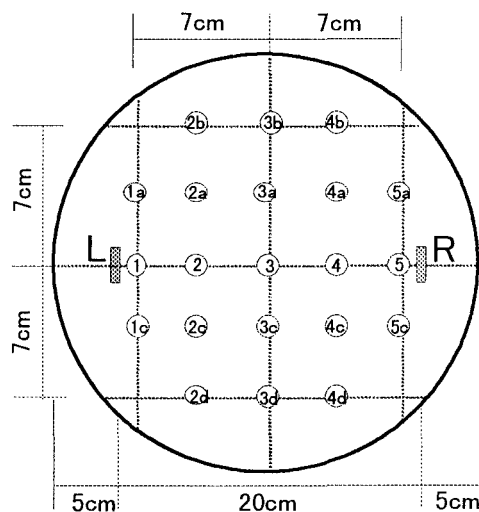


図3 測定点

表2 含水比とせん断強さの変化(上載荷重2kPa, 60v/m)

測定点	含水比(%)		せん断強さ(gf/cm ²)		強度比
	実験前	実験後	実験前	実験後	
1,1a,1b	123	97	17.1	73	3.0
2,2a,2b,2c,2d	123	-	16.5	36.6	2.0
3,3a,3b,3c,3d	123	112	15.7	33.9	1.7
4,4a,4b,4c,4d	123	-	16.8	35.4	1.9
5,5a,5b	123	95	15.4	70.2	3.2

表3 含水比とせん断強さの変化(上載荷重2kPa, 120v/m)

測定点	含水比(%)		せん断強さ(gf/cm ²)		強度比
	実験前	実験後	実験前	実験後	
1,1a,1b	123	97	17.1	73	4.3
2,2a,2b,2c,2d	123	-	16.5	36.6	2.2
3,3a,3b,3c,3d	123	112	15.7	33.9	2.2
4,4a,4b,4c,4d	123	-	16.8	35.4	2.1
5,5a,5b	123	95	15.4	70.2	4.6