

(Ⅲ - 43) 生石灰パイルの膨張圧が周辺粘土におよぼす影響

東海大学大学院 学生員 ○涌井 真吾
 金沢工業大学土木工学科 正 員 外崎 明
 東海大学土木工学科 正 員 赤石 勝

1. まえがき

生石灰パイル工法における現行設計法では、生石灰が膨張する代償としてほぼ同体積の水を周囲土から吸収し、トータルの体積にはほとんど異動がないため、膨張圧による圧密改良効果は無視されている。しかし、生石灰の吸水膨張過程が周辺粘土の体積減少過程とうまくバランスしていることは、理論的・実験的に立証されていない。この報告では、生石灰の膨張時の圧密効果と、生石灰周辺粘土の間隙水圧挙動について考察した。

2. 試料および実験方法

実験に用いた沖積粘土の物理的性質を表-1に示す。

液性限界以上の含水比で練り返した粘土をモールドにセットし、0.1kgf/cm²の圧力で予備圧密を行った後、次の二種類の実験を行った。

(実験1) 圧密圧力 $p_0=0.1, 0.2, 0.4$ あるいは0.8kgf/cm²で圧密終了後、直径10cmの円柱供試体を成形し、図-1に示した剛性円筒の実験装置に高さ10cm以上となるようにセットし、再び p_0 で圧密した。圧密終了後、高さが10cmとなる様に粘土の上端を削った後、初期含水比 ω_0 がそれぞれ異なる粘土供試体の上部に一定の単位体積重量 (1.4gf/cm³) となるように一定量の生石灰を設置し、その上に剛体プレート置き、 p_0 を再び載荷した。生石灰の吸水に伴う膨張圧並びに水圧の経時変化と、吸水反応後の生石灰からの距離によって変化する粘土の含水比を測定した。

(実験2) 圧密圧力 $p_0=0.1$ kgf/cm²で圧密終了後、図-2に示した実験装置に高さが5cmの粘土をセットし、粘土中心部を金属円筒 (直径 $D=1.5, 2.1, 2.5$ cm) で穿孔し、そこに生石灰を一定密度 (1.4g/cm³) となるように詰め、再び圧密圧力 p_0 を加えた。生石灰の膨張圧の経時変化と、生石灰反応終了後に供試体上部から一定荷重を載荷する事によって、静止土圧係数 k_0 を測定した。なお実験に用いた生石灰と粘土の重量比は、実験1と実験2の $D=1.5$ cmの時は同一である。

3. 実験結果と考察

図-3は、実験1における初期含水比 ω_0 が異なる供試体の、生石灰接触面からの距離と含水比低下率 ω/ω_0 の関係を示したものである。いずれの場合も含水比低下割合は同じ様な形を示していて、生石灰が吸水反応する際に周辺粘土に急激な含水比低下の影響を及ぼす範囲は、グラフから推測すると、生石灰接触面から約40~50mm程度の辺りまでと思われる。また、図から明ら

表-1 試料の物理的性質

G_s	W_L	W_p	Grading (%)		
			clay	Silt	Sand
2.614	74.8	30.6	47.2	35.5	17.3

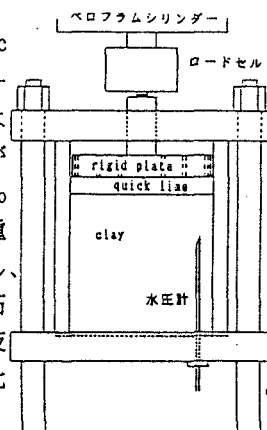


図-1 実験1 実験装置

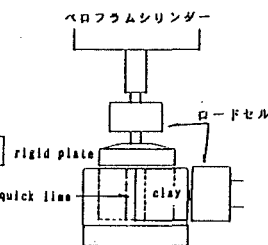


図-2 実験2 実験装置

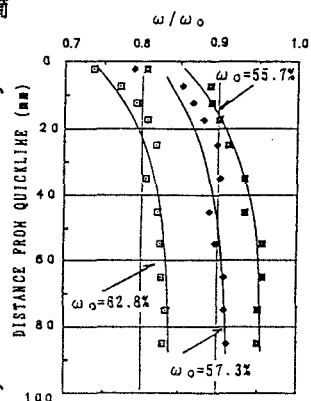


図-3 含水比低下率～生石灰からの距離

かな様に、初期含水比 ω_0 の高い粘土供試体ほど含水比は全体的に良く低下していると言える事から、生石灰量一定の場合、軟弱な高含水比の地盤ほど生石灰における脱水効果は期待できると思われる。

図-4 は、膨張圧の経時変化を示したものである。初期含水比 ω_0 の差により ω_0 の高いものほど膨張圧のピークは大きな値を示しているが、 $\omega_0=62.8\%$ と $\omega_0=49.6\%$ のピークを比較しても、その差は 0.1kgf/cm^2 程度であり大きな差でないことがわかる。また ω_0 の高い供試体ほど生石灰は、早く反応が始まっている。

図-5 は、初期含水比 ω_0 がそれぞれ異なる粘土供試体における、粘土中心部（生石灰接触面から 5cm ）における間隙水圧の経時変化を示したものである。 ω_0 の小さな供試体ほど水圧のピーク値は低く、ピーク値に達するまでに時間も要する。また、 $\omega_0=62.8\%$ と $\omega_0=49.6\%$ のそれぞれの供試体において最大膨張圧の差は 0.1kgf/cm^2 程度であったのに対し、間隙水圧の差は約 0.6kgf/cm^2 であることから、初期含水比は間隙水圧に大きな影響を与えていると思われる。現在、水圧においては負圧のみ考えられていて、生石灰膨張による過剰間隙水圧は発生しないとされているが、図-4、図-5 から明らかな様に初期含水比 ω_0 の大きさによっては、生石灰の吸水反応過程において、膨張圧によると考えられる過剰間隙水圧も発生しているのがわかる。

図-6 は、実験2における半径方向の膨張圧の経時変化を示したものである。図から、パイルの径が大きいものほど膨張圧のピーク強度は高い値を示し、ピークに速く到達するのがわかる。また、図-4 と比較すると、鉛直方向と半径方向とでは、膨張圧のピークに大きな差がある様である。

図-7 は、実験2の生石灰反応終了後のパイル供試体と粘土単体との $\sigma_v' \sim \sigma_x'$ 関係を示したものである。図より粘土単体の静止土圧係数 $K_0 (= \sigma_x' / \sigma_v')$ より生石灰パイルを含む粘土の K_0 値は小さくなるのがわかる。

4. まとめ

実験結果を要約すると次のようである。(1) 生石灰が同一量であれば高含水比地盤ほど生石灰による脱水効果は大きい。(2) 生石灰の反応速度は周辺地盤の含水比の影響を受けるが、鉛直方向の最大膨張圧は、ほぼ一定値（著者らの実験では $0.8 \sim 0.9\text{kgf/cm}^2$ ）を示す。半径方向の膨張圧の測定結果では、鉛直方向の測定値の $1/4$ 以下であった。(3) 生石灰パイル周辺粘土における間隙水圧は周辺粘土地盤の初期含水比の影響を受け、過剰間隙水圧は、正負両方存在する。

参考文献：奥村樹郎 生石灰杭工法の設計法について（第11回土質工学研究発表会講演集）

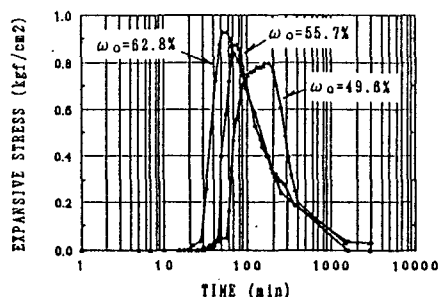


図-4 時間～膨張圧

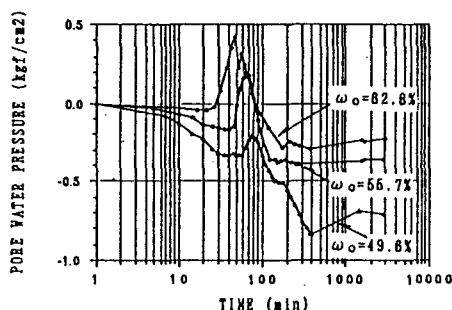


図-5 時間～間隙水圧

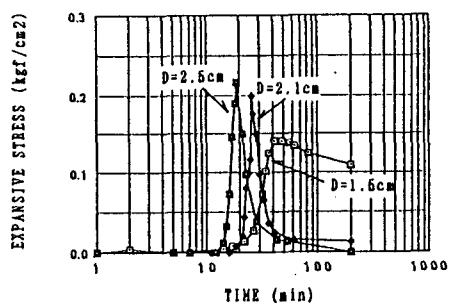


図-6 時間～膨張圧

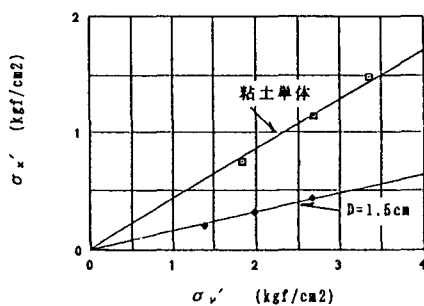


図-7 $\sigma_v' \sim \sigma_x'$