

粘性土相互の攪拌翼による混合状態について

(株) 鴻池組 正員 土屋 宜央
愛媛大学工学部 正員 室 達朗
宇和島市役所 加藤 梅善

1. まえがき 深層セメント混合処理工法におけるセメントと粘性土の混合状態の良否は、杭の強度に対して重要な影響を及ぼすことが既に知られている¹⁾。すでに、セメントの代りにアルミニウム(Al)粉末を混ぜたカオリン粘土と混ぜないカオリン粘土の混合状態を定量的に評価する方法を提案し、その方法に基づく実験結果を報告した²⁾。本研究では、粘性土の含水比、混合重量比、攪拌 α 回転数が混合状態に及ぼす影響をさらに詳しく研究した。また、攪拌翼が2種類の粘性土を混合する際に消費するエネルギーより混合条件の違いによる混合効率の差を明らかにした。

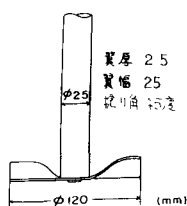


図-1 攪拌翼の形状

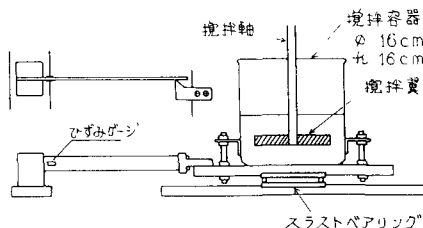


図-2 攪拌トルク測定装置

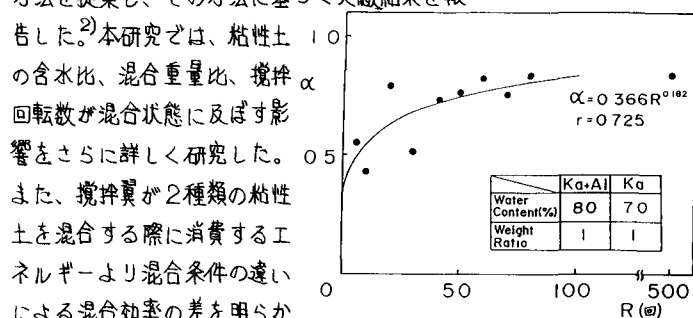


図-3 攪拌回転数Rと混合度αの関係

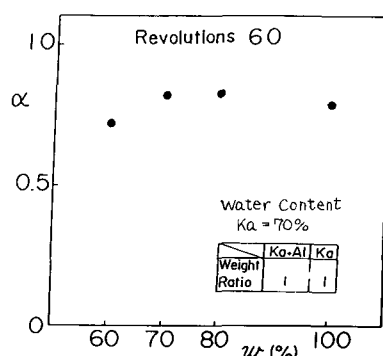


図-4 攪拌回転数60回転におけるAl入りカオリン粘土の含水比wと混合度αの関係

2. 混合度測定 実験方法、試料土は前回使用したものと同一である。内径16cm高さ16cmの攪拌容器内に試料土を分けて入れ、図-1に示す攪拌翼によって混合する。試料土は含水比70%のカオリン(Ka)粘土と、Al粉末を混ぜ所定の含水比に調整したカオリン(Ka+Al)粘土の2種類を用いた。混合後サンプルを取り、サンプル中の(Ka+Al)粘土の重量を測定する。その重量のばらつきを標準偏差を用いて表わした混合度 α によって評価する。混合度 α の定義は次式に示す。

$$\alpha = 1 - \frac{SD - SDe}{SDs - SDe} \quad (1)$$

粘土に混ぜたAl粉末をトレーサとして推定したKa+Al粘土の重量のばらつきがSDである。式中、分子が混合後、分母が混合前のばらつきを示す。

3. 攪拌トルクの測定 図-2は攪拌翼が粘土を混合する際に攪拌翼にかかる力を間接的に測定する装置である。攪拌翼が回転する時に攪拌容器が共に回るうとする力を片持ちばりの曲げひずみに置き替え測定する。攪拌容器、攪拌翼、試料土は全て混合度測定実験と同じ条件で実験した。

4. 実験結果 図-3はKa+Al粘土の含水比80%、Ka粘土の含水比70%を湿潤重量1kgづつ混合した場合の攪拌回転数Rと混合度 α の関係を示す。攪拌回転数が増加するに伴い、混合度が高くなり、50回転付近を境に混合度が一定値に収束していくようすがわかる。図-4はKa+Al粘土の含水比を様々に変えた時の攪拌回転数60回転での混合度の様子を示す。どの含水比でも混合度は同じであり、攪拌回転数が60回転では、混合度はKa+Al粘土の含水比に無関係であることがわかる。図-5は攪拌回転速度を変えた場合の攪拌回転数Rと混合度 α の関係を示す。明ら

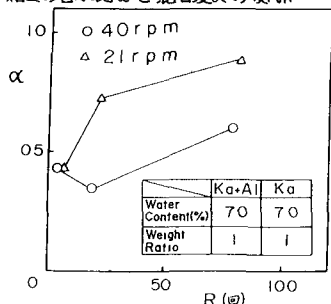


図-5 攪拌回転速度の違いによる攪拌回転数Rと混合度αとの関係

かに21rpmで混合した場合の方が低い撈拌回転数で高い混合度を得た。図-6はKa+Al粘土の含水比を様々に変えた場合の撈拌回転数Rと撈拌トルクTの関係を示す。NQ4以外は10回転付近で撈拌トルクは一定値におちついた。図-7は撈拌トルクを撈拌エネルギーに換算したものである。Ka+Al粘土の含水比100%のものは、60%のものの1/4のエネルギー消費量であった。図-8はNQ4について混合重量比を変えて実験をした場合である。総混合重量は2kgと一定であるがNQ①の場合はNQ③の場合の1/2以下の撈拌トルクでほぼ等しい混合度となった。

5. 考察 本研究では、撈拌容器上面を拘束していないため、実際の施工における混合とは異なるが、粘性土の撈拌翼による混合形態が明らかになってきた。図-5より明らかに粘性土の混合は主として、せん断混合によっており、撈拌回転速度が大きい場合には、撈拌翼の運動は混合に寄与しにくい。また、粘性土の含水比に着目した場合、低い回転数では粘土相互の含水比が同じか物性が似ている方が混合度は高い。しかし、図-4に示したように、50回転以上では混合度に顕著な差はない。撈拌エネルギーで比較した場合、図-7.8で示したように含水比70%のKa粘土に対してKa+Al粘土の含水比100%で混合重量比1対1の時は、少ないエネルギーで等しい混合度が得られ、最も効率がよい。実際、現場の施工においては必ずしも、これらの事は直接適用はできないが、これまで経験的に定めていた施工条件に対して、本来最適な条件があるのだという事が、本研究を通じて確認できた。

6. 結論 室内実験による粘性土の混合状態を定量的に評価した結果以下の結論を得た。

- 1) 混合度 α は撈拌回転数の増加に従い上がっていくが、50回転を越えたところから一定値に収束していく。
- 2) 含水比70%のカオリン粘土と含水比70%のAl粉末入りカオリン粘土の混合において混合重量比を1対1とした場合、撈拌回転速度は、40rpmより21rpmの方が効率的である。
- 3) 撈拌翼にかかるトルクを比較した場合、含水比70%のカオリン粘土に対してAl粉末入りカオリン粘土の含水比は高いほど撈拌トルクは低い。
- 4) 含水比100%のAl粉末入りカオリン粘土を含水比70%のカオリン粘土と混合する場合には、混合重量比1対1で混合するのが、混合時の撈拌トルクが低く、少ないエネルギーで等しい混合度が得られ、最も効率的といえる。

7. 参考文献 1)寺師昌明ら：石灰・セメント系安定処理土の基本的特性に関する研究(第2報)、港湾技術研究所報告、19-1、1980 2)室達朗ら：セメントと粘性土との混合度の評価について、第35回中国四国土木学会講演概要集、1983

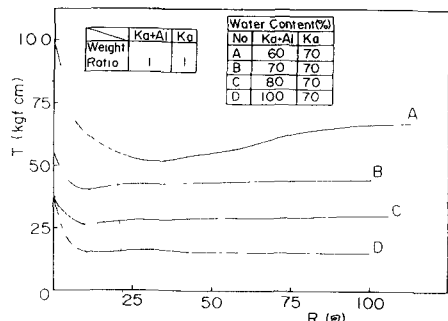


図-6 Al入りカオリン粘土の含水比の違いによる撈拌回転数Rと撈拌トルクTの関係

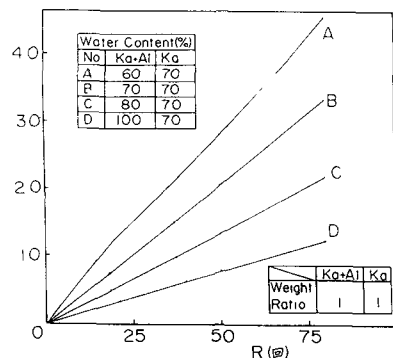


図-7 Al入りカオリン粘土の含水比の違いによる撈拌回転数Rと撈拌エネルギーEとの関係

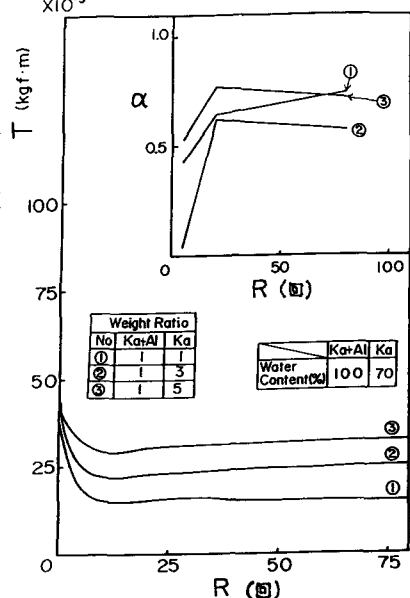


図-8 含水比100%のAl入りカオリン粘土の混合重量比の違いによる撈拌回転数Rと撈拌トルクT、混合度 α の関係