

III-190

電気的方法による土砂の付着防止に関する研究 その1

(株)大林組技術研究所 正会員 川地 武・喜田 大三
同上地下空間技術開発部 正会員 山口 義明

1.はじめに

土工事や地下掘削工事では掘削土砂が粘性土系統の場合、掘削機や土砂の貯留部などで金属とくに鉄に土砂が付着し、土の移動や掘削の効率が低下する。このため、バイブレーターを初めとする補助機構を用いたりして対処することが多いが、十分な効果が得られなかったり、別の問題を生じたりしている。そこで、土砂付着の防止に電気化学的方法が適用できないかを検討した。

2.実験方法

(1) 供試土 表-1に示す3種の自然土と人工的な土を用いた。これらの自然土では掘削機やホッパーなどで土砂の付着が問題となった。

(2) 付着力の測定 鉄製容器にいった土に鉄板を垂直に挿入し、これを一定速度で引き抜く際の力をロードセルで検出し、鉄と土の付着面積当たりの荷重を求めた。

(3) 通電方法 100V電源を整流器で直流に変換し、

鉄製容器を陽極に、付着力測定用の鉄板を陰極にして10分程度通電した。印加電圧は5～20Vとした。

3.実験結果

3.1 粘性土と鉄板との付着力

粘性土に埋め込んだ鉄板の引き抜き抵抗力は引き抜きとともに増大し、ピーク値を示したのちやや低下する。このピーク値から付着力を求め、土の含水比との関係を図-1に示した。いずれの土も塑性限界に近い含水比では100gf/cm²程度となり、5cm×10cmの鉄板では土の自重(約8kg)を支えることが出来る。含水比が増大するにつれ付着力は急激に減少し、液性限

表 - 1 試料土の特性

試料名	細粒分(%)	液性限界(%)	塑性限界(%)	自然含水比(%)
人工土	38.0	25.1	15.2	---
有楽町	55.0	57.2	26.5	46.1
鶴見	89.0	46.0	24.1	42.7
枚方	76.8	34.1	13.8	19.3

*人工土はカオリン土と川砂を混合して調製

付着力 gf/cm²

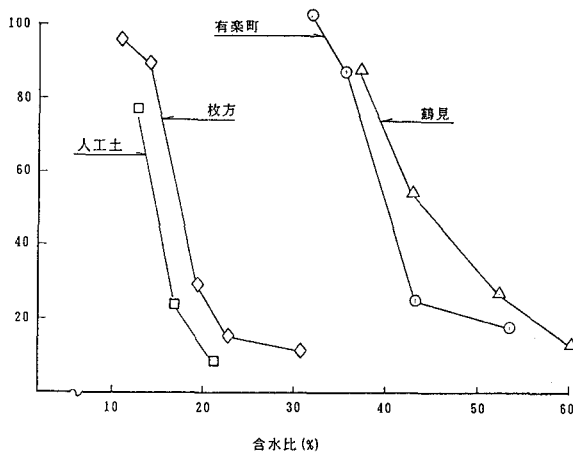


図-1 鉄と土の付着力と含水比との関係

付着力 gf/cm²

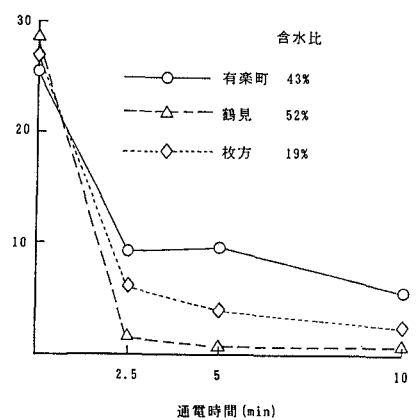


図-2 通電による付着力の低下

界よりかなり低い水分でほぼ最低値に達する。これは、付着力を減少させるには鉄と土の付着面の水分を増大させればよいことを示す。しかし、局部的に水分状態を制御することは、必ずしも容易ではない。

3.2 通電による付着力の変化

付着力が25～30gf/cm²の試料について10Vの印加電圧の場合の付着力の変化を図-2に示す。いずれも通電2.5分以内に付着力は大きく低下し、以後の変化はわずかである。この傾向は土の含水比が少ない試料の場合にも同様であり、また電圧が高い場合にはより短時間に付着力の低下が見られる。なお、図-2の場合の電流量は鶴見では900mA、有楽町で700mA前後、枚方で180mA前後である。なお、通電中に陰極の近くには水が集まり、同時にガスが発生するのが観察された。

3.3 鉄・土界面の電気化学現象

通電による付着力低下の原因を確認するため、図-3に示すホッパー状の容器に有楽町土を詰め、容器を陰極にして通電した。通電にともなう土の含水比分布の変化を見たところ、図-3の下図である。これによれば、陰極とした容器壁面の近くでは含水比が増大し、中心にセットした陽極近くでは含水比が低下する。これは粘性土に直流を通じた際に見られる電気浸透現象¹⁾である。したがって、付着力低下の機構は付着面における含水比の増大がまず考えられる。しかし、図-2のような極端な付着力の低下は含水比の増大だけでは説明できない。そこで、陰極近傍で発生するガスに着目し、その発生量を測定した。図-4に示すように、通電にともないガス発生量は直線的に増大し、このガスは鉄と土の界面から放出される。放出されるガスは付着面の絶縁材として作用すると考えられ、通電による付着力の低下にはこのガスの寄与が大きいと考えられる。なお、このガスは分析の結果、水素ガスであることが判明しており、陰極に集まった水が電気分解を受けて発生したと仮定して計算したガス発生量は図-4の実測値とよく一致する。

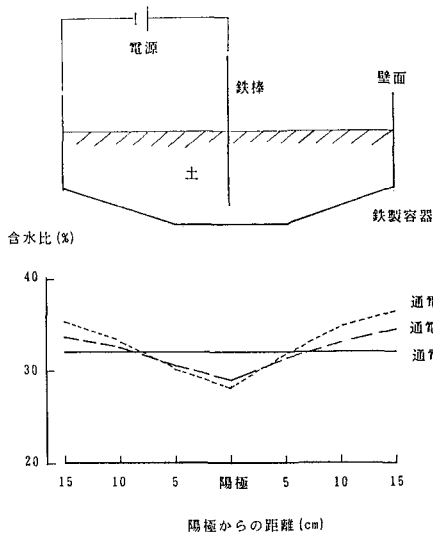


図-3 通電による含水比分布の変化（有楽町土、10V）

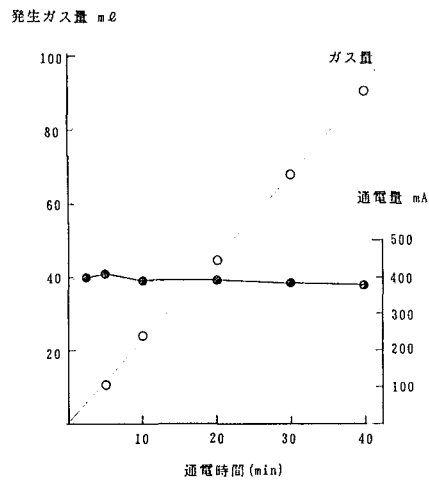


図-4 通電によるガスの発生

4. おわりに

金属製容器や掘削機への粘性土の付着防止の手法として電気化学的方法の可能性と機構を検討し、比較的低い電圧で十分な効果が得られ、また本体を陰極にするため腐食などの弊害もないことが判明した。さらに陽極の材質、管理手法の検討や経済性のチェックが必要だが、これらについては後日報告する予定である。

参考文献

- 1) 土質工学会編：土質工学における化学の基礎と応用、p43-49（1978）