

京都大学防災研究所 正 嘉門雅史
 同 上 正 勝見 武
 京都大学大学院 学 応 長雲
 京都大学工学部 学 ○宮武一都

1. はじめに

地球環境問題の一大テーマである酸性雨がアルカリ度の高い安定処理土を浸食すると、陽イオン交換反応が発生し Ca^{2+} の溶脱が進行するとともに、高い強度を持つ結晶構造が破壊され安定処理土の強度が低下する恐れがある。古河ら¹⁾は高酸性溶液の浸漬によるセメント安定処理土の強度低下を明らかにしている。しかし、実際の降雨に近いpH(pH4.0~5.0)の酸性溶液が日本で広範囲に使用されている石灰安定処理土に及ぼす影響については不明な点が多い。そこで、本研究では、石灰安定処理土を対象に酸性雨の流下に伴う強度低下や陽イオン濃度変化を物理化学的見地から検討した。

2. 実験概要

大津市比叡平から採取したまさ土を試料土に用い、それに湿潤重量に対し5%の生石灰を加えて供試体(直径5cm、高さ10cm)を作製した。それを締固めた後(締固めエネルギー:4層×5、10、10、20回)水中養生(120日間、水温20℃)して実験に用いた。まさ土の物性値は表-1に、安定処理土の物性値は表-2に示す通りである。その供試体にpH2.0、3.0、4.0、5.0、5.6(蒸留水)の5種類の人工模擬酸性雨による流下試験を行い、供試体からの流出液のpH、流下後の供試体の一軸圧縮強さ、供試体のpH、供試体中の Ca^{2+} 濃度を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 流出液のpH 模擬酸性雨のpHと流出のpHの関係を図-1、2に示す。流出液のpHは流下初期においては12.0~13.0の値を示している。これは模擬酸性雨が流下することにより安定処理土中の OH^- が流出したため流出液のpHが大幅に上昇した。また流下量が少ないときは模擬酸性雨のpHに関係なく流出液のpHはほとんど変わらないが、流下量が増えると低pHの模擬酸性雨の場合は他と比べて流出液のpHは低くなる。これは低pHの模擬酸性雨には高pHの模擬酸性雨に比べて含まれる H^+ 量が多く Ca^{2+} との交換量が多いため流下量が増えるにつれて供試体中の Ca^{2+} が減少し H^+ と Ca^{2+} の交換量が減ったためと考えられる。

3.2 供試体の一軸圧縮強さ 酸性雨の流下量と一軸圧縮強さとの関係を図-3に示す。実際の降雨のpHに近いpH4.0以上の模擬酸性雨を流下した場合、約12ℓ(本実験では1年分の流下量

表-1 試料土(まさ土)の物性値

W_n (%)	$W_{opt.}$ (%)	ρ_s (g/cm ³)	pH
7.6	12.1	2.63	6.1

表-2 安定処理土の物性値

ρ_d (g/cm ³)	q_u (MPa)
1.58	2.40

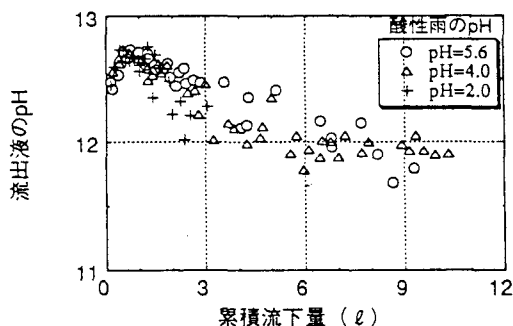


図-1 石灰安定処理土からの流出液のpHの変化

Masashi KAMON, Takeshi KATSUMI, Changyun YING, Kazuto MIYATAKE

を1.2と設定したので約10年分に相当する流出量)の流出量では供試体の強度低下はあまり見られないが pH3.0以下の場合、大幅な強度低下が見られる。これは H^+ と Ca^{2+} の交換量がpH4.0以上の場合と比べて非常に多く、供試体中の Ca^{2+} 量が非常に少なくなり粘土粒子の団粒化や供試体中の水和生成物が破壊されたためと考えられる。

3. 3 供試体のpH 酸性雨の流下量と供試体のpHとの関係を図-4に示す。pH4.0以上の模擬酸性雨を流下した場合は供試体のpHはあまり変化がないが、pH3.0以下の場合だと流出量が増えるにつれて供試体のpHは大幅に減少する。pH3.0以下の模擬酸性雨中には含まれる H^+ が多く Ca^{2+} との交換量も多いため流出量が増えるにつれて、供試体中の Ca^{2+} が減って供試体のpHが減少したと考えられる。

次に供試体のpHと一軸圧縮強さとの関係を図-5に示す。供試体のpHと一軸圧縮強さとの間には直線的な近似関係が成り立っていることがわかる。これは供試体中の Ca^{2+} 量が減少することにより供試体のpHが低下し、一軸圧縮強さが低下、すなわち石灰安定処理土の酸性雨による劣化が進行したものといわざるゝない。

4. まとめ

本研究では人工模擬酸性雨の流下による安定処理土のpHや一軸圧縮強さ、流出液のpHの変化を調べた。模擬酸性雨の流下により供試体からの流出液のpHが上昇し、また酸性雨中の H^+ と安定処理土中の Ca^{2+} が交換されて、供試体から Ca^{2+} が流出することによって供試体のpHが低下し、供試体の一軸圧縮強さが低下することがわかった。今後は、模擬酸性雨の流出量を増やして流出液のpHや安定処理土の工学的特性の変化を調べるのと同時に安定処理土中の水和生成物の分解など微視的構造の詳細な解析、 Ca^{2+} 流出に伴う流出液中の再結晶物に関する研究を進めていく予定である。

(参考文献) 1) 古河幸雄・藤田龍之・平山和雄：安定処理したまさ土へ及ぼす酸性雨の影響、土質工学会論文報告集、Vol.34, No.3, pp.123-135, 1994

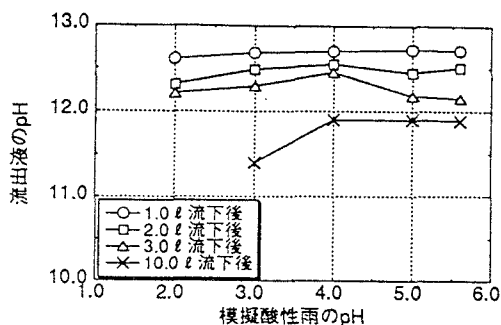


図-2 酸性雨pHの流出液pHへの影響

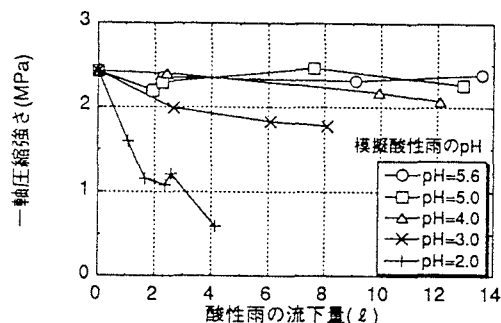


図-3 模擬酸性雨の流下による一軸圧縮強さの変化

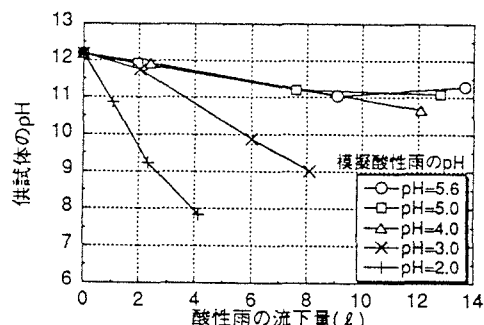


図-4 模擬酸性雨の流下による供試体のpHの変化

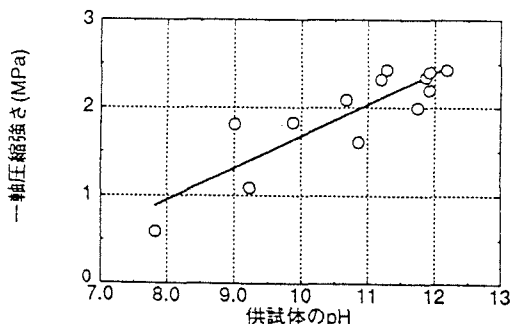


図-5 まさ土供試体のpHと一軸圧縮強さとの関係