

Ⅲ-827

酸性雨がまさ土及び石灰処理まさ土の物性に及ぼす影響

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

1. はじめに 酸性雨の浸食により、土中の交換性陽イオンが酸性雨中の H^+ イオンに交換され、土の物理化学的特性の変化をもたらすことが予想される。特に、高アルカリ性の石灰及びセメント安定処理土の場合には、酸性雨による処理土の中性化が工学的特性への影響が懸念されている。現在までは、酸性雨が土の物性及びセメント安定処理土の工学的特性に及ぼす影響に関する研究が報告されているが^(1), 2), 3)、酸性雨による土の物理化学的特性及び工学的特性の挙動の解明には、その成果がまだ不十分で、不明点が多い。本研究では、人工模擬酸性雨がまさ土及び石灰処理まさ土に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要 締め固め方法によって製作した無処理まさ土(大津市)と石灰安定処理まさ土の二種類の供試体(直径5cm, 高さ10cm)に対し、pHが2.0、3.0、4.0、5.0、5.6の5種類の人工模擬酸性雨を流下させた後、両土の物理化学的特性及び工学的特性の変化を調べた。なお、本研究で用いた石灰安定処理土の生石灰の添加率は5%とし、供試体は120日の水浸養生をし、強度の発生が安定した時点のものをを用いた。

3. 実験結果及び考察

3. 1 無処理土 図1は模擬酸性雨の流下による供試体からの流出液のpHの変化を示す。各流出液のpHは、流下初期に供試体からの陽イオンの溶出により7.0~8.0まで上昇するが、その後酸性雨の流量が多くなるに従い減少している。pH4.0~5.6の酸性雨の流下では、流出液のpHが流下初期の7.0~8.0から最終の6.0までゆるやかに減少する傾向が見られるが、酸性雨のpHは4.0から3.0まで低下すると、流下初期には流出液のpHは大きく減少する傾向が認められた。ここでは、強酸性の酸性雨の流下によって土中の交換性陽イオンがほぼ完全に模擬酸性雨中の H^+ に交換されることを示している。

酸性雨の流下による供試体のpHの変化を図-2に示す。比較的に中性の酸性雨の流下では、流量8ℓまでは供試体のpHの変化はほとんど見られず、その後は流量の増加とともに供試体のpHはわずかに減少している。これに対して、強酸性の酸性雨の場合には、供試体のpHは流下初期には大きく減少し、pH=2.0の酸性雨は2ℓ、pH=3.0の酸性雨は8ℓ流下すると、pHの低下がほぼ止まる傾向が見られる。

酸性雨の流下によるまさ土の交換性陽イオン量の変化を図-3に示す。流下の進行に伴って各交換性陽イオンの濃度は低下する傾向が認められるが、陽イオンの種類によってその低下量が大きく異なる。特に、強酸性の酸性雨の流下によって、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} などの多価イオンの濃度は大きく減少することが明らかになった。これは、比較的に中性の酸性雨の流下では、 H^+ の濃度が低いため、 Ca^{2+} および Mg^{2+} が交換されにくい、強酸性環境による陽イオン交換反応が加速することを意味している。また、土中の交換性陽イオンの濃度の変化は流出液と供試体のpHの変化とほぼ同様の傾向を示している。要するに流出液と供試体のpHの変化は、すべて土中の陽イオンの溶出に起因すると考えられる。

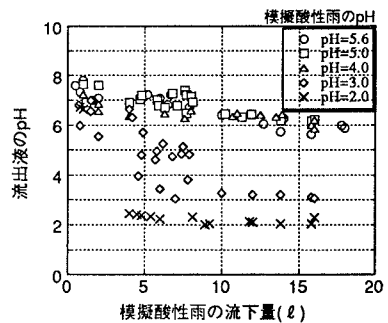


図-1 模擬酸性雨の流下によるまさ土流出液のpHの変化

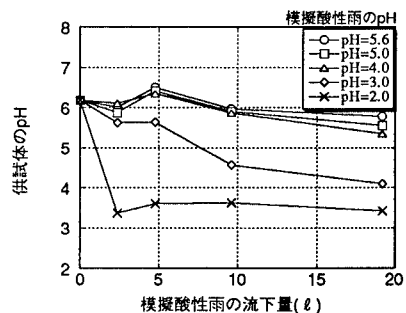


図-2 模擬酸性雨の流下によるまさ土のpHの変化

3. 2 石灰処理土 酸性雨の流下による供試体からの流出液のpHの変化を図-4に示す。酸性雨のpHにかかわらず流下初期には流出液のpHは12.5～12.8の値となるが、流下の進行に伴って小さくなる傾向が見られる。これは、供試体中の Ca^{2+} が酸性雨中の H^+ に交換されて溶出し、流出液の H^+ 濃度が低くなって流出液のpHが高い値を示しているものである。また、中性に近い酸性雨と比べて、土中の多量の交換性陽イオンが強酸性の酸性雨中の H^+ に交換されたため、土中の交換性陽イオンの量が少なくなり、流出液のpHは低下すると考えられる。

酸性雨の流下による処理土の一軸圧縮強さの変化を図-5に示す。蒸留水とpH5.0の酸性雨の流下では一軸圧縮強さの変化がほとんど見られないが、pH4.0以下の酸性雨の流下の場合には、流下による一軸圧縮強さの低下が認められた。特に、pH2.0の酸性雨の流下では、2年分と4年分に相当する降雨量を流下した後、一軸圧縮強さはそれぞれ半分と1/4まで低下した。流下によって処理土中の吸着 Ca^{2+} イオンが酸性雨中の H^+ イオンに交換されて溶出するため、多量の吸着水が放出して自由水になり、一軸圧縮強さが小さくなったと考えられる。また、pH2.0の酸性雨の流下の場合には、 H^+ イオンの濃度が高いため、吸着 Ca^{2+} イオンを交換するだけでなく、粒子の団粒化の破壊や水和生成物の分解などをもたらすと考えられる。これと比べて、中性に近い酸性雨は H^+ 量が少ないため、現在の実験段階では処理土の一軸圧縮強さに及ぼす影響が見られない。

図-6は酸性雨の流下による供試体の断面における中性化面積の増加を示したものである。酸性雨の流下によって中性化面積は大きくなることが認められた。特に強酸性の酸性雨の場合には、中性化面積の増加が著しく大きく、その変化は流下によって一軸圧縮強さが低下することとほぼ一致している。つまり、処理土の一軸圧縮強さの低下は酸性雨の流下による供試体の中性化によるものと考えられる。

4. まとめ 本研究では模擬酸性雨の流下により、無処理まき土のpHの低下や交換性陽イオンの溶出などの物理化学的な特性の挙動が認められた。石灰安定処理土では、酸性雨の流下による中性化の進行とともに供試体のpHは小さくなり、一軸圧縮強さは低下することが認められた。今後は、酸性雨による土の工学的特性の変化を調べると同時に、水和生成物や処理土の構造や流出液中のイオンの環境への影響などに関する研究を進めていく予定である。

（参考文献）1）嘉門・勝見・応：第29回土質工学研究発表会，pp.243-244. 2）山口・鶴居・福田・黒島：第37回土質工学シンポジウム発表論文集，PP.61-68,1992. 3）古河・藤田・平山：土質工学会論文報告集，Vol.34，No.3，pp.123-135,1994.

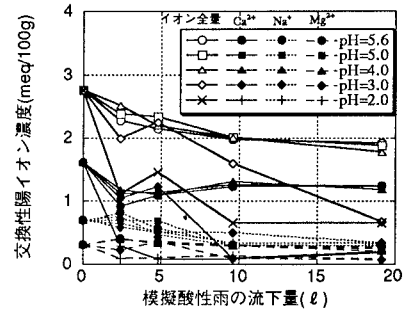


図-3 酸性雨の流下によるまき土の交換性陽イオン濃度の変化

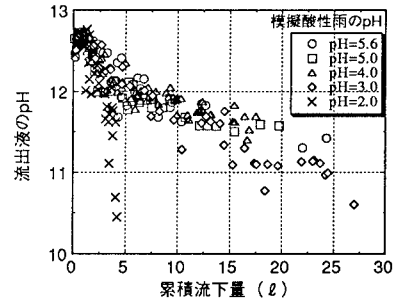


図-4 流出液のpHの変化 (石灰処理まき土)

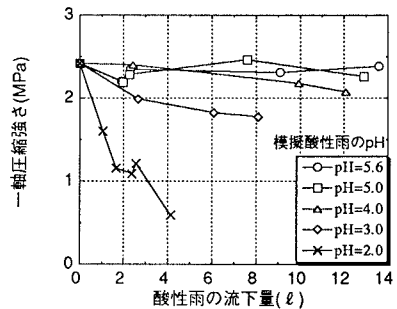


図-5 模擬酸性雨の流下による一軸圧縮強さの変化

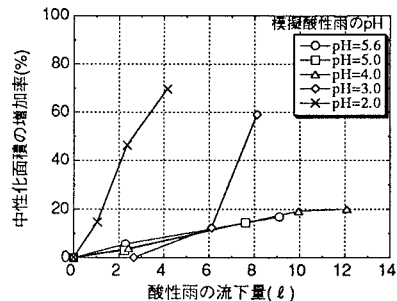


図-6 酸性雨の流下による供試体の中性化面積の増加