

Ⅲ－19

酸性雨がまさ土の工学的特性に及ぼす影響

日本大学大学院 学生員 ○三條 大
日本大学工学部 正会員 古河 幸雄

1.はじめに

世界や日本の活発な産業活動あるいは自動車の排気ガスなどが原因で酸性雨が発生し、生態系への影響が問題となって久しい。特に、ヨーロッパでは森林生態系や湖沼での魚類への影響が大きな問題となり、その対策が取られている。日本でも1970年代頃から樹木への被害の発生が認められてから注目されるようになった。このような酸性雨が、土木建築構造物への影響として取り上げられるとき、コンクリート構造物の酸性雨つららが話題になることが多い。これはコンクリート成分のカルシウムが酸によって溶出し、鍾乳石のように固まって成長したもので、この溶出による中性化でコンクリート強度の低下が懸念される。酸性雨の影響は構造物だけでなく、土構造物についても例外ではないものと考えられ、それは砂質土に対して著しいといわれている。そこで本研究では、まさ土を対象として酸性雨による影響を調べるため、採取したまさ土を模擬酸性雨中に浸漬させた場合の土粒子構造などの粒子特性や、力学的性質などの変化から検討する。

2. 試料および実験方法

(1) 試料

試料は阿武隈高地より収集したまさ土を用い、その風化の程度によって酸性雨に対する耐久性の異なることが考えられるので、収集した図-1に示す粒度分布の中から太線で示す風化度の小さいものを選定した。試料はすべての試験で粒度分布が同じになるよう粒度調整している。

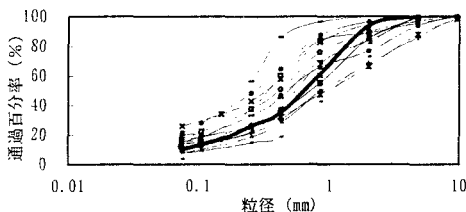


図-1 粒径加積曲線

(2) 酸性溶液への浸漬

酸性雨の主要因は硝酸と硫酸であることから、それらのイオンによる影響を検討するため、 HNO_3 および H_2SO_4 についてそれぞれ pH1、pH2 に調整したもの、および酸による影響と比較するため蒸留水に試料を浸漬した。浸漬日数は、0, 28, 60, 120, 480, 1080 に設定した。浸漬中に浸漬液が陽イオン交換などにより pH が変化するため、1週間ごとに確認し、各 pH を維持するように調整を行っている。

(3) 実験項目

(a) 細孔量試験

ポロシメータを用い、試料は浸漬期間が終了した試料をフリーズドライにより乾燥させたものを試料としている。

(b) 保水性試験

浸漬期間が終了した試料を遠心機で行い、これより pF3.3 の含水比を求める。この pF3.3 含水比は、団粒内の比較的小さい毛管や団粒間の接触点に緩く拘束されている毛管水の準拘束水と、単位土粒子に吸着水あるいは構造水として強く拘束される拘束水の合計量である。¹⁾

(c) セン断試験

各酸性溶液に浸漬したものを乾燥させて初期の粒度分布に一致するよう粒度および含水比調整を行い、在来型の一面せん断試験を行った。

(d) 粒度試験

せん断試験後の試料をふるい分けして、せん断による粒子破壊の影響を確認した。

(e) 単粒子破碎試験

経日ごとに浸漬させたまさ土の単粒子を 0.84~2mm の粒径で破碎試験を行い、最大荷重を求めた。

3. 結果および考察

図-2 は、細孔量分布を示したものである。480 日以外は、細孔率が 0 日に対して $1\mu\text{m}$ 付近で増加し、 $0.01\mu\text{m}$ 付近で減少している。これは、粒子が酸の

影響を受け大きな空隙が膨張したものと考えられる。また、480 日では酸の影響が大きく、溶出することにより $1\mu\text{m}$ 付近の空隙が増加したと推測される。図-3 は、各溶液に浸漬した時の経日変化に伴う $\text{pF}3.3$ 含水比の変化を調べたものである。図より、浸漬日数が経過するにつれて若干ではあるが全体的に保水性が増加している。これは酸の浸漬を受け粒子が膨張し、内部に空隙が生じることにより、保水能力が高くなっていくことを示していると考えられる。図-4、5 は酸の浸漬に伴う力学定数の変化を調べたものである。図-4 は、内部摩擦角の場合であり、0 日に対して増加する傾向がある。また図-5 は、粘着力を示していて、0 日に対し若干ではあるが値は減少している傾向がある。このことから、まさ土が酸の影響を受け、垂直応力の違いにより細粒化したものと考えられる。

図-6 は、単粒子の破碎強度であり、経日変化に対する単粒子の平均強度を示したものである。図より石英、長石のどちらも日数に対して減少していることがわかる。このことから、粒子が酸の影響を受け脆弱化し、強度が弱くなったと考えることができる。

4. まとめ

本研究は、酸がまさ土に及ぼす物理的、力学的影響について調べるために、試料土を蒸留水と硫酸、硝酸の 2 種類の酸性溶液に浸漬させ検討した。実験は浸漬期間ごとにこれらより物理試験と力学試験を行った。酸に浸漬したまさ土は、粒子の細孔量が増加し、保水性が低下した。力学試験では、せん断試験に粘着力、内部摩擦角共に増加した後減少する傾向があり、単粒子としての強度も減少することがわかった。本研究より、酸をまさ土に浸潤することにより土粒子が脆弱化する傾向が懸念される。このことを考慮し、土構造物を建築して行く必要があると考えられる。

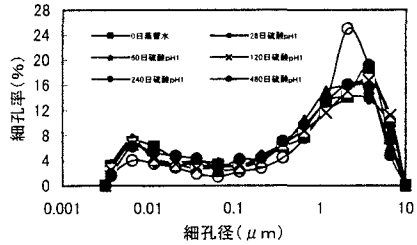


図-2 硫酸 $\text{pH}1$ に浸漬した場合の細孔量分布

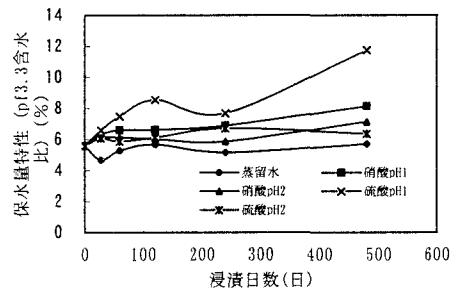


図-3 浸漬日数と保水量特性

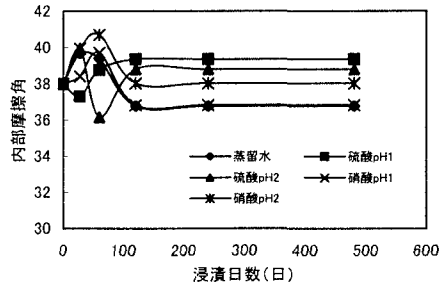


図-4 浸漬日数に対する内部摩擦角

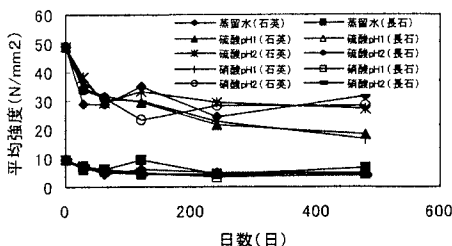


図-6 経日変化に対する平均強度

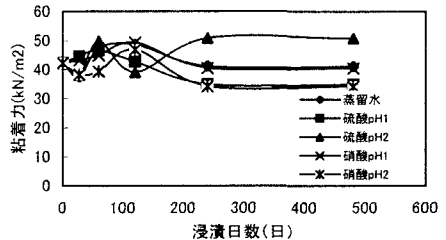


図-5 浸漬日数に対する粘着力