

ボタ土壌中の硫酸塩による東石コンクリートの劣化

九州大学 正 員 松下 博通
 同上 正 員 牧角 龍憲
 同上 学生員 ○ 浜田 秀則

1. はじめに

福岡市近郊において、近年石炭掘削の際の副産物として得られる生ボタを宅地造成用土壌として用いてきた地区がいくつかあるが、それらの土壌の上に建てられた建築物の基礎コンクリートは例外なくいずれの場合も、建築後わずか数年で異常に劣化していることがわかった。その劣化状況より、ボタ中の硫酸塩が主原因であることが推定されたが、さらに詳しい劣化機構をとらえ、有効な防止対策ならびに補修方法を講じるために、筆者らは土壌、コンクリートの双方から一連の調査を行ったのでここにその一部を報告する。

2. 調査対象

粕屋郡志免町M氏宅(生ボタによる造成後3ヶ月で建築した家屋、建築後8年経過)の床下土壌、ならびに劣化したコンクリートの東石。M氏宅床下の被害状況を写真-1に示す。土壌表面、コンクリート表面に硫酸ナトリウムの白色結晶が析出しており、土壌はパサパサした状態に変質し、東石はほとんど原形をとどめていない。しかしながら、床下の通風口の水準を境界に、その上部では東石には劣化はなく、下部が激しく劣化していた。

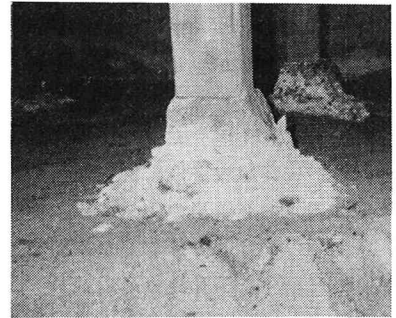


写真-1 劣化状況

3. 土壌調査

(1). 試料採取 試料の採取は、劣化した東石近傍において鉛直下方に70cmのたて穴を掘り、表面、5cm、10cm、25cm、35cm、42cm、58cm、70cmの地点より行った。なお、その地点の土壌の垂直分布は、深さ30cmまでが真砂土でそれ以下がボであった。

(2). 調査項目 調査は、1. 含水比、2. pH、3. 蛍光X線を利用した可溶性イオンの定量の3項目についておこなった。

(3). 調査結果 図-1に含水比の垂直分布を示す。真砂土に比べボタはかなり大きな値となっており、また、地表においてもその値が大きくなっている。図-2にpHの垂直分布を示すが、地表面に近づく程、pHが高くなる傾向を示している。図-3、4に可溶性イオン(S, Na, Mg)の垂直分布を示す。Sについてみると、真砂土に比べボタの方が高濃度となっており、また、深さ10cmから地表面にかけて約100倍も濃度が急

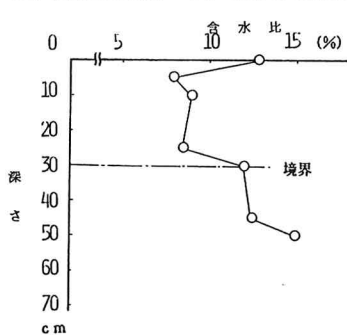


図-1 含水比

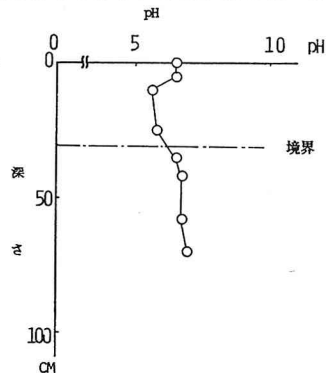


図-2 pH

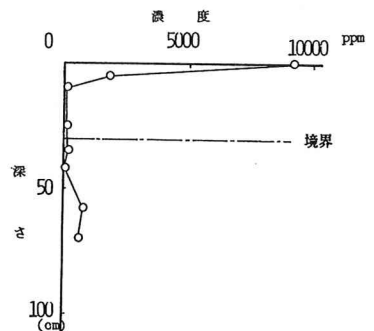


図-3 可溶性S濃度

上昇している。Naも程度は小さいが同様の傾向が見られることより、硫酸ナトリウムが地表面で極めて高い濃度に濃集されていることがわかる。このような硫酸塩の濃集がコンクリートへの影響を甚大なものに行っていることが推定される。

4. コンクリート調査

(1). 調査項目 対象とした劣化束石は、写真-1に示すようにその下部が激しく劣化していたもので、その上の部分は、数本のひびが走っているものの、比較的良好でその原形をとどめていた。この束石を用いて、1. X線回折による成分分析、2. 蛍光X線回折によるS, Naの濃度分析を行った。分析に供した試料は、図-7に示すように、鉛直分布、平面分布を考慮して、計33ヶ所より採取した。

(2). 調査結果 X線回折の試験結果は、33試料いずれについてもほとんど同様のチャートを示し、硫酸イオンとコンクリート成分との反応生成物として予想されるせっこうならびにエトリンガイトはほとんど検出されなかった。しかし、これは両者が存在しないのではなく、その生成量が比較的小量であり、回折機器の検知能力以下であったためと考えられる。

図-6, 7にSとNaの濃度分析結果を示す。Sについてみると、内部(4, 5, 6)よりも表面部(1, 2, 3)のほうが高濃度となっており、各部ともに、下部より上部に移るにつれて濃度が大きくなっていく傾向がわかる。一方、Naについてみると、表面部(1, 2, 3)よりも内部(4, 5, 6)の方が大きな値となっている。この点については再度データを取り直して検討する予定である。また、高さ3まではS同様、上に移る程濃度が高くなる傾向がみられる。しかし、高さ1, 2で濃度が高くなっていないのは、そこまでイオンの浸透がすすんでいないためと考えられる。

5. まとめ

以上の調査より、土壤中においても、またコンクリート中においても、硫酸塩の濃集が進み、それによりコンクリートが早期にしかも激しく劣化する最大の要因となっていることがわかった。土壌中の水分は表層へと流れており、それに溶けこむ形でボタ中の硫酸塩が表層へと運ばれてくる。そして、床下は乾燥状態であるため、そこで水分の蒸発が進み、それにつれて硫酸塩の濃度が急上昇するのである。また、床下の劣化束石は、壁の通風口を境にして劣化の進展が著しく異なっていることや、季節により劣化の進展が異なることより、湿度ならびに温度といった環境条件がコンクリートの劣化に影響を及ぼしていることもわかった。従って、劣化防止対策としては、地下水の上昇を何らかの方法により遮断する対策を講じなくてはならない。これにより地表での硫酸塩の濃集を防ぎ、また、コンクリート自身にも、防食剤塗布等の対策を講じ、硫酸塩のコンクリート内部への浸透を防ぐことが不可欠と考えられる。

(参考文献)

- 1) 松下、牧角、浜田, 第7回コンクリート工学年次講演会論文集 p 65-68

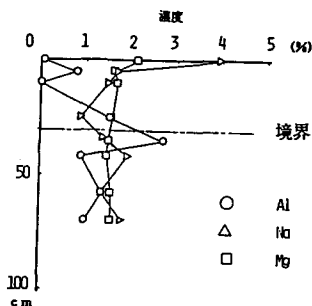


図-4 可溶性 Na, Mg, Al 温度

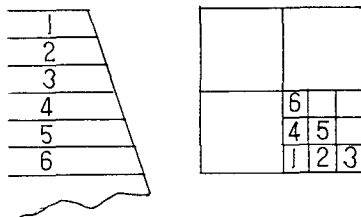


図-5 試料採取図

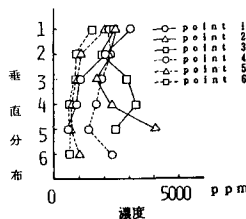


図-6 S 濃度

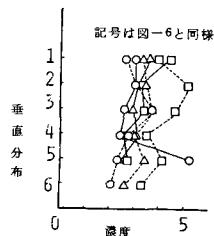


図-7 Na 濃度