

雲仙・普賢岳の火砕流で被災した鉄筋コンクリート構造物(大野木場小学校)の調査報告

ショーボンド建設(株) 正会員 ○ 金田 昌治
(株)シー・アイ新技術 非会員 長谷川 堯一
深江町企画課 非会員 下田 英彦
長崎大学工学部 正会員 原田 哲夫

1. はじめに

雲仙・普賢岳の火砕流(H3.9)で被災した鉄筋コンクリート構造物(大野木場小学校)の現地保存に際して、その被災状況および劣化状況を確認するための調査(H9.7)を行った。調査項目を表1に示す。本報告では、これらの調査結果より、化学的な受熱温度の推定および化学的影響について報告を行う。

2. 建物概要

建物概要を以下に示す。
所在地：長崎県 深江町
竣工年次：新校舎，昭和 56 年(16 年経過)
旧校舎，昭和 42 年(30 年経過)
構造：鉄筋コンクリート(RC)造
階数：新校舎，地上 3 階 旧校舎，地上 2 階

表 1. 調査項目

外観調査	・ ひび割れ ・ 浮き 等
コンクリート物性調査	・ 中性化試験 ・ 圧縮試験 ・ E P M A ・ 粉末 X 線回折
受熱温度推定	・ 化学分析 ・ 外観調査
モルタル付着試験	

3. 火砕流概要

火砕流とは火山の噴火にともない、高温の岩塊・火山灰・軽石等が高温ガス(空気と水蒸気)と混じり合い、数百度の高温のまま(中心温度は 800℃程度)、時速 100km にも達する早さで地表を流れる現象をいう。下層部の高密度本体部と上層部の低密度雲状部とで構成される。被災状況の外観調査より、本校舎は岩塊等による衝突を受けた跡は見受けられず、この火砕流の低密度部分の高温ガスにより被害を受けたものと考えられる。目撃者からも、「雲状のものが校舎の北面から南面に包み込むように見えた」との情報が得られている。被災状況のイメージ図を図1に示す。

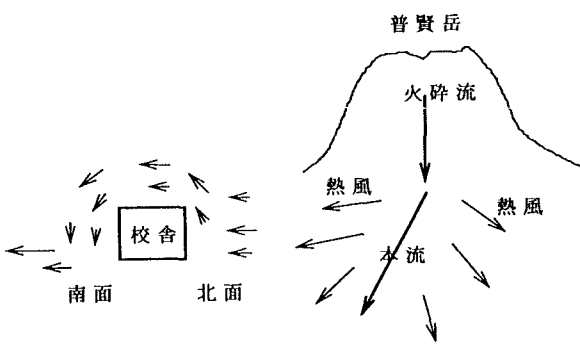


図 1. 被災状況イメージ図

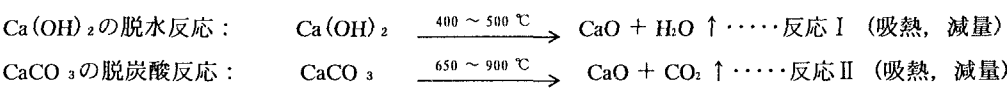
4. 供試体概要

南面(1F)、北面(1F)において壁部からコンクリートコア(φ 70 × 160)を採取し各試験を行った。なお、熱分析、配合推定の試料は中性化試験の結果から深さ方向に適当な位置で採取を行った。

5. 試験

5-1. 熱分析

示差熱分析(DTA)および重量分析(TG)を行い、下記に示す反応に着目し DTA の吸熱反応の起こっている温度範囲における TG の質量減少量からそれぞれの試料中の Ca(OH)₂量、CaCO₃量を算出した。

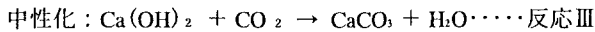


5-2. 配合推定（湿式分析）

CaO をセメント協会コンクリート専門委員会「硬化コンクリートの配合推定に関する共同試験報告 F-18」で、SO₃を「JIS-R-5202, セメントの化学分析方法」により測定した。この結果より、セメント量を算出し（使用セメントの CaO=65%と仮定）、また、水和反応の際セメント量の 25%が Ca(OH)₂を生成すると仮定した。また、その全体が CaCO₃に変化した場合の理論値も同時に算出した。

5-3. 中性化測定

1%フェノールフタレインアルコール溶液を採取コアに噴霧する方法で行った。また、熱による影響を考察する指標として、標準中性化深さを中性化速度式(岸谷式)によって算出し比較した。



5-4. E P M A

分析は火砕流および火災による影響をみるため C(炭素)、S(硫黄)元素に着目し測定を行った。火山性ガスの影響があれば硫酸分および炭酸カルシウムの分布に変化があらわれるものと考えた。

6. 結果および考察

熱分析および配合推定の結果を図 2、3 に示す。

(1) 熱分析より求めた Ca(OH)₂量、CaCO₃量は中性化の測定結果と傾向が一致していた。中性化測定結果より、中性化の異常な進行は認められなかったため、この熱分析結果から考えられることを以下に示す。

① 熱による影響はほとんど受けていない：Ca(OH)₂量等の変化は中性化によるものであると考えられる。

② 表面部分(10mm 以内)で 400 ～ 500℃以上の熱の影響を受けている：Ca(OH)₂量が表面部分で極めて少ない。

③ 熱により影響を受けていたが経年により元の状態になった：反応Ⅰにより脱水反応が起きたが、雨水等により反応Ⅰの逆の反応が起こり元の状態になった。

(2) 表面部分で、熱分析より求めた CaCO₃量が、配合推定より求めた理論量以上の値が得られた。このことより表面では、火災による高濃度の二酸化炭素とセメント水和物(C-S-H)が反応したものと推測できる。

(3) 中性化測定結果と E P M A (C)の比較の結果、相関性が得られ中性化測定結果の信頼度は十分であることが確認できた。

(4) 配合推定から得られた SO₃量の平均値は 2%程度で使用されたセメントを普通ポルトランドセメントと考えるとこの値は一般的であり、硫酸分の外部からの侵入はないと考えられる。また、E P M A (S)の結果からもそれが確認できた。

7. まとめ

火砕流および火災がコンクリートにおよぼした影響は少なく、表面に火災による高濃度の二酸化炭素の影響が認められた程度である。

硫酸分の外部からの侵入はないと考えられる。

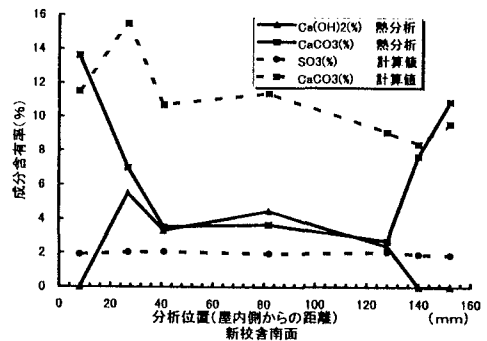


図 2. 熱分析,配合推定結果(新校舎南面)

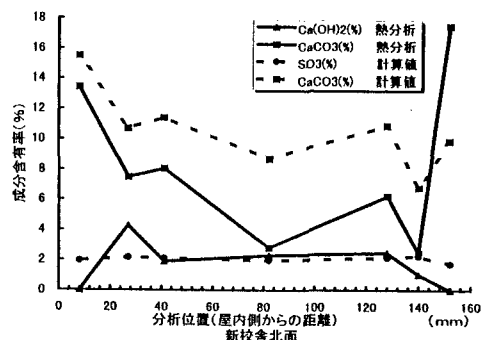


図 3. 熱分析,配合推定結果(新校舎北面)