

廃棄生姜粉末を添加したセメントペーストの中性化特性

高知工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○佐藤 真帆
高知工業高等専門学校 正会員 近藤 拓也 横井 克則
極東興和（株） 正会員 三本 竜彦

1. 目的

PC グラウトが保持すべき性能として、PC 鋼材の防食、そして部材と PC 鋼材の一体化がある。PC 構造物のシーす内にグラウト充填不良が存在すると、PC 鋼材の腐食や破断が生じるなど、PC 構造物の安全性を低下させる要因となる。そこで、施工時におけるグラウト注入が確実に行われるよう、グラウトへの性能改善を図っていくことも必要である。

近年、グラウトへの性能改善として期待される材料の一つとしてセルロースが挙げられる。一方で、高知県で大量に生産され、廃棄方法が問題となっている生姜にもセルロースが含まれている。そのため、グラウトの性能改善および廃棄物の有効活用を目的とし、生姜粉末を混和材としてセメントペーストに添加し、基本物性について各種試験を行った。その中でも本論文では、中性化特性に関する結果を述べる。

2. 試験方法

生姜の添加一覧を表-1 に示す。生姜は冷凍保存したものを 70℃の乾燥炉で 7 日間保管し、水分の蒸発を行った。その後、1 分間に 25000 回転する乾燥物専用の研究用小型粉ミキサーで 1 分 30 秒間粉砕処理を行った。さらに、目視で 2 種類の生姜が同じ粉末度となるように、皮有り生姜のみ、さらに乾燥炉に設置し水分を蒸発させた後 30 秒間ミキサーで粉砕した。この粉体を試験に使用した。グラウトの配合表を表-2 に示す。使用材料は、セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³、比表面積：3380cm²/g）、混和剤が W/C=35%では高性能減水剤（ポリカルボン酸エーテル系）、W/C=40%では AE 減水剤（リグニンスルホン酸塩系）とした。W/C=45%では混和剤は使用していない。中性化試験については、40mm×40mm×160mm の角柱供試体を用いた。材齢 1 日で脱型を行い、材齢 27 日まで水中養生を行った。材齢 27 日目で 40mm×40mm×40mm に供試体を切断し、打込

表-1 生姜の添加一覧

タイプ	生姜の種類	添加量
N	添加無し	
A0.1	A：皮無し	C×0.1%
A0.5		C×0.5%
A1.0		C×1.0%
B0.1	B：皮有り	C×0.1%

表-2 グラウトの配合

W/C (%)	セメント C (g)	水 W (g)	混和剤 (ml)
35	1487	520	6
40	1384	554	4
45	1294	583	0

み面を避けた 1 面以外に対しエポキシ樹脂で被覆を行ったうえで、材齢 28 日で二酸化炭素濃度 5%の中性化槽に入槽した。その後 7 日目、28 日目、56 日目に中性化槽から取り出し、割裂した断面にフェノールフタレイン溶液を噴霧し、中性化深さをノギスで 3 カ所測定した。また、水銀圧入法により細孔直径 100～0.003μm の範囲の細孔径分布を測定した。測定試料は W/C=35%とし、材齢 1 日から水中養生を行い、材齢 28 日で供試体を直径 2.5～5mm の範囲となるよう粉砕しサンプルを採取した。サンプル採取後、アセトン洗浄を行うことで水和反応を阻止した。

3. 試験結果・考察

中性化深さの経時変化について、W/C=45%を図-1 に、W/C=40%を図-2 に、W/C=35%を図-3 に示す。

全ての水セメント比において、皮無しの生姜添加量 C×0.5%以下、そして皮有り生姜については、生姜添加なし供試体と比較して有意な差は確認できなかった。特に W/C=40%、35%では水セメント比が小さいため、組織が緻密化し二酸化炭素の浸透阻止性が増加したことで顕著な差が表れなかったと考えられる。さらに、セルロースを添加したセメントペーストの保水能力が増加することにより、中性化が進行

しなかったことも一因として挙げられる．ただし中性化とセメントペースト中の湿度の関係は一意的ではないため²⁾，セメントペースト内の水分状況についてはさらに検討を行う必要がある．

生姜添加量 $C \times 1.0\%$ では，いずれの水セメント比においても中性化深さが大きくなる傾向を示した．中性化は直径 $0.075\mu\text{m}$ 以上の細孔空隙量と相関が高いとする報告がされている³⁾．生姜の添加量増加に伴い，この範囲の毛細管空隙量が増加したことが原因として考えられる．特に $W/C=35\%$ では他の生姜添加量では中性化促進期間が増加しても中性化深さは 0mm であるが，生姜添加量 $C \times 1.0\%$ のみで中性化が進行した．細孔容積測定で得られた，材齢 28 日における $W/C=35\%$ の Log 微分細孔容積について，図-4 に示す．生姜添加無し供試体では，細孔径 $0.1\mu\text{m}$ から $5\mu\text{m}$ の範囲における細孔容積量は 0 に近い．しかし，生姜添加量の増加とともにこの範囲における細孔容積量が増加していることが確認できる．生姜添加量 $C \times 1.0\%$ ではさらに $0.075\mu\text{m}$ 以上の毛細管空隙量が増加し，細孔構造が疎になっていることが考えられるため，中性化がさらに進行しやすくなったと考えられる．

4. 結論

$W/C=45\%$ では生姜の添加量増加に伴い，中性化は進行する傾向にあった．水セメント比が低下するとともに中性化深さに顕著な差はなくなり， $W/C=40\%$ ， 35% の生姜添加量 $C \times 0.5\%$ 以下では，生姜添加なし供試体とほとんど差が確認できなかった．しかし生姜添加量 $C \times 1.0\%$ では，中性化深さが進行する傾向が見られた．

参考文献

- 1) 佐野ら：セルロース系増粘剤を用いた高流動コンクリートの微細構造と物質透過性について，土木学会論文集，No.662/V-49，pp.75-89，2000
- 2) 鄭ら：モルタルの中性化速度に及ぼす温度・湿度の影響に関する実験的研究，コンクリート工学論文集，第1巻第1号，pp.84-93，1990
- 3) 橋田浩：細孔空隙構造からのコンクリートの各種特性の形成機構に関する検討，清水建設研究報告，第63号，1996.4

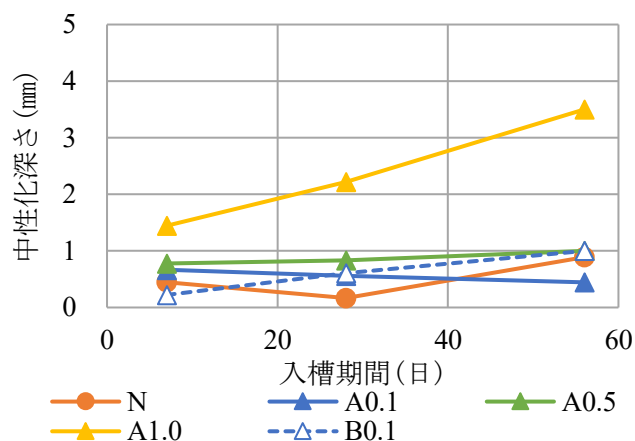


図-1 中性化深さ ($W/C=45\%$)

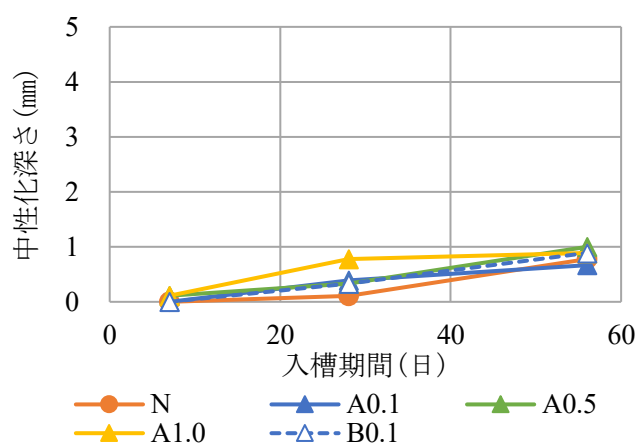


図-2 中性化深さ ($W/C=40\%$)

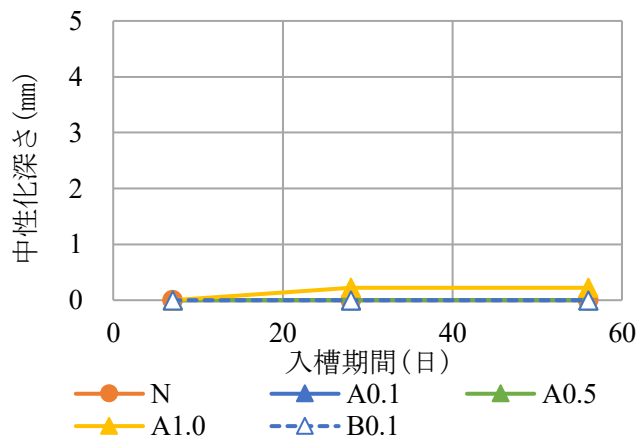


図-3 中性化深さ ($W/C=35\%$)

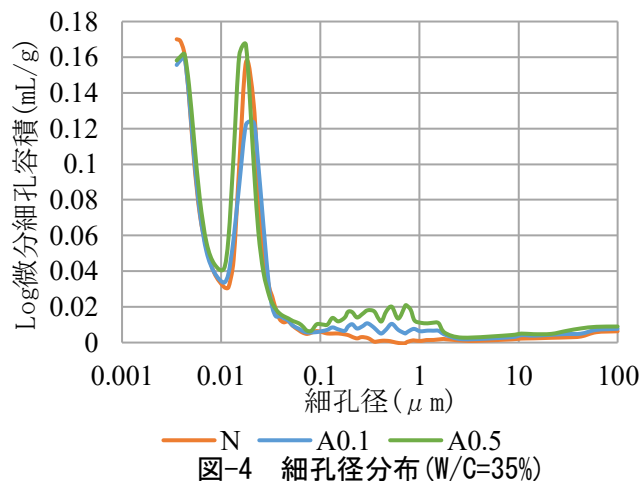


図-4 細孔径分布 ($W/C=35\%$)