

## 添加 NaCl 由来のアルカリ量が封かん養生したコンクリートの圧縮強度に与える影響

富山県立大学

学生会員 ○山岸 祥希

正会員 伊藤 始

### 1. はじめに

練混ぜ水に海水を用いたコンクリート（以下、海水練りコンクリート）は、近年、淡水や陸砂の入手が困難な地域における工事で注目されている<sup>1)</sup>。このコンクリートでは、海水由来の塩分によりコンクリート中の塩分濃度が増加し、アルカリ総量の増加が予想される。そのため、海水練りコンクリートでは、アルカリ総量がアルカリシリカ反応（以下、ASR）の対策（以下、ASR 対策）として設定されている規制値（ $3.0\text{kg/m}^3$ ）を上回り、ASR が発生する可能性がある。

また、ASR に関する研究では、コンクリートに ASR を発生させることを目的に、ASR 対策のアルカリ総量の規制値を上回る量の塩化ナトリウム（以下、NaCl）を混入することが多い。

以上のような NaCl 由来のアルカリによりアルカリ総量が ASR 対策の規制値を上回ったコンクリートでは、無害でない骨材を使用していた場合、ASR により劣化し、力学性能の低下へとつながる<sup>2)</sup>。このようなコンクリートにおいて、力学性能の適切な評価には、NaCl 由来のアルカリ量がコンクリートの力学性能に与える影響を考慮する必要があると考える。しかし、このような関係に着目した研究は少ない。

本研究では、封かん養生したコンクリートにおいて、添加した NaCl に由来するアルカリ量が圧縮強度に与える影響を検討した。

### 2. 実験方法

表-1 に供試体の種類および本研究で用いたコンク

リートの物性を示す。供試体の種類は ASR 対策のアルカリ総量の規制値を上回る範囲で4水準設定した。セメントにはアルカリ総量  $1.7\text{kg/m}^3$  の普通ポルトランドセメントを使用した。また、各水準のアルカリ総量は、NaCl を添加して調整した。なお、表-1 の NaCl 添加量は  $\text{Na}_2\text{O}$  当量の値である。コンクリートは直径  $100\text{mm}$ ×高さ  $200\text{mm}$  の円柱型枠に打ち込んだ後、打ち込み面を食品用ラップフィルムで覆い、型枠ごとビニール袋に入れて密封し、封かん養生した。その後、材齢 28 日に供試体 3 本、材齢 56 日および 91 日に供試体 4 本を用いて圧縮強度試験を行った。

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 圧縮強度と材齢の関係

図-1 に圧縮強度とコンクリートの材齢の関係を示す。図-1 の圧縮強度は、各ケースの各材齢におけるすべての供試体の値を平均したものである。また、図-2 に 1 日当たりの圧縮強度の増加率（以下、増加率）を示す。材齢 28 日から 56 日にかけて、圧縮強度はすべてで増加した。また、AL-6、AL-8、および AL-9.7 の増加率は、同程度であったものの、AL-4 のみ増加率が小さかった。AL-4 の増加率が他のケースより小さい要因として、材齢 56 日より前の養生期間中に圧縮強度が最大に到達し、その後、圧縮強度の増加が生じなかったことが考えられる。

図-1 および図-2 より、材齢 56 日から 91 日にかけて、AL-4 では圧縮強度の増加があまり見られなかった。また、AL-6 では圧縮強度が増加したものの、増

表-1 供試体の種類、コンクリートの配合およびフレッシュ性状

供試体の種類	アルカリ総量 ( $\text{kg/m}^3$ )	NaCl 添加量 ( $\text{kg/m}^3$ )	呼び強度 ( $\text{N/mm}^2$ )	$G_{max}$ (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 ( $\text{kg/m}^3$ )					空気量 (%)	SL (cm)
							W	C	S	G	AE 減水剤		
AL-4	4.0	2.3	24	25	55	46.7	156	284	867	1002	2.84	3.9	9.5
AL-6	6.0	4.3										4.1	10.5
AL-8	8.0	6.3										4.3	14.0
AL-9.7	9.7	8.0										5.2	15.0

キーワード アルカリ総量, NaCl, 圧縮強度, 材齢, 封かん養生

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 富山県立大学 環境・社会基盤工学科 TEL 0766-56-7500

加率が小さく、材齢 91 日の圧縮強度は、AL-4 の材齢 56 日および 91 日の圧縮強度と同程度であった。以上のことから、AL-6 でも圧縮強度が養生期間中に最大に到達したため、増加率が小さくなったものと考えられる。AL-8 および AL-9.7 の増加率は、材齢 28 日から 56 日の AL-6、AL-8 および AL-9.7 の増加率とほぼ同等であった。そして、AL-6 では、材齢 91 日に圧縮強度が AL-4 および AL-6 の値とほぼ等しくなった。以上より、封かん養生したコンクリートの圧縮強度は、最大に到達するまでの間、添加した NaCl に由来するアルカリ量によらず、一定の増加率で増加することが考えられる。

### 3.2 圧縮強度の低下と添加したアルカリ量の関係

図-1 より、材齢 28 日において、AL-4 と AL-6、AL-6 と AL-8、および AL-8 と AL-9.7 の圧縮強度の差とコンクリートのアルカリ総量の差がほぼ同等であることが分かった。そこで、図-3 のように材齢 28 日における圧縮強度と添加したアルカリ量について着目した。なお、図-3 の横軸を添加したアルカリ量としたのは、セメントや混和剤に由来するアルカリを考慮しないためである。図-3 より、材齢 28 日における圧縮強度と添加したアルカリ量には負の相関があることが分かった。また、この関係について直線近似したところ、圧縮強度の変化率は、アルカリ総量  $1\text{kg/m}^3$  あたり約  $1\text{N/mm}^2$  に相当することが分かった。

以上より、本研究の条件では、材齢 28 日の圧縮強度はセメントや混和剤に由来するアルカリ量には影響されず、練混ぜ水に添加した NaCl に由来するアルカリ量に比例して低下することを確認した。

### 4. まとめ

- 1) 封かん養生したコンクリートにおいて、圧縮強度はアルカリ総量や添加した NaCl 量によらず、一定の増加率で増加することが分かった。
- 2) 本研究の条件において、材齢 28 日の圧縮強度は、セメントや混和剤に由来するアルカリ量には影響されず、練混ぜ水に添加した NaCl に由来するアルカリ量に比例して低下することを確認した。

### 参考文献

- 1) 竹田宣典, 大即信明: 海水練りコンクリート, コンクリート工学, Vol.54, No.5, pp.525-530, 2016

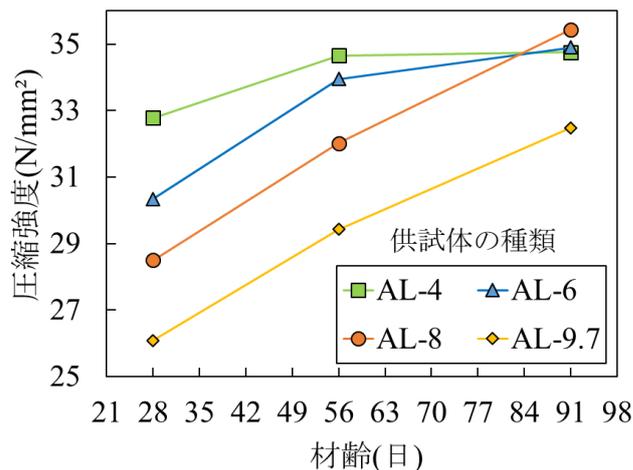


図-1 圧縮強度と材齢の関係

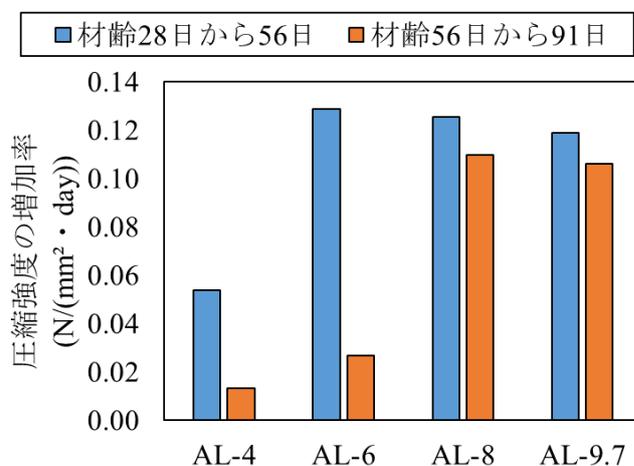


図-2 圧縮強度の増加率

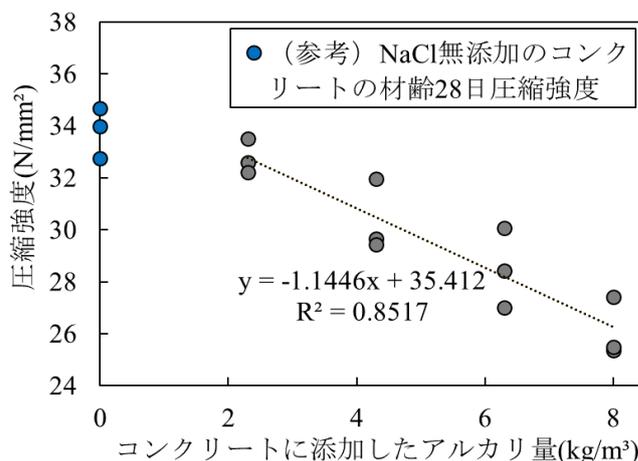


図-3 添加したアルカリ量と材齢 28 日圧縮強度との関係

- 2) 山岸祥希, 伊藤始, 内田慎哉: 異なる相対湿度の環境下におけるコンクリートの ASR 劣化進展に関する実験的研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.19, pp.31-36, 2019