

アルカリ総量の異なる封かん養生したコンクリートの力学性能に関する基礎的検討

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

練混ぜ水として海水を使用したコンクリート（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での工事において注目されている技術である。海水練りコンクリートでは、海水由来の塩分によりアルカリ総量が増加することが考えられる。その結果、アルカリ総量がアルカリシリカ反応（以下、ASR）への対策（以下、ASR 対策）として設定されているアルカリ総量の規制値（ 3.0kg/m^3 ）を上回り、ASR が生じる可能性がある。

また、ASR に関する研究では、ASR 対策のアルカリ総量の規制値を超える量の NaCl をコンクリートに混入して実験を行うことが多い。

以上のことから、ASR が生じる可能性があるコンクリートにおいて、その力学性能を評価するためには、アルカリ総量の影響を考慮する必要がある。

本研究では、アルカリ総量が ASR 対策の規制値以上に存在するコンクリートにて、アルカリ総量がコンクリートの力学性能に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

表-1 に実験ケースを示す。実験ケースは ASR 対策として設定されているアルカリ総量の規制値を上回る範囲で 3 水準設定した。表-2 に本研究で用いたコンクリートの配合を示す。セメントには普通ポルトランドセメントを使用した。このセメントのアルカリ総量は 1.7kg/m^3 であるため、各水準のアルカリ総量は、表-1 のアルカリ添加量分のみを添加した。このアルカリ添加量は、 Na_2O 当量での値であるため、表-2 に示した NaCl 量を添加し、アルカリ総量を調整した。なお、NaCl は練混ぜ水に溶解して添加した。

コンクリートは直径 100mm ×高さ 200mm の円柱型枠に打ち込んだ。打込み後、打込み面を食品用ラッピングフィルムで覆い、さらにこの供試体を型枠ごとビニール袋に入れて密封し、封かん養生した。円柱供試体は 1 ケース当たり 11 本作製し、3 本を材齢 28 日まで、4 本を材齢 56 日まで、残りの 4 本を材齢 91 日まで養生した。各材齢に到達後、JIS A 1108 に基づき、圧縮強度試験を行った。圧縮強度試験の際、供試体のひずみはコンプレッソメータで測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度

図-1 に圧縮強度と材齢の関係を示す。この圧縮強度は各材齢における各ケースの圧縮強度の平均値である。材齢 28 日から 56 日において、圧縮強度は AL-4 ケースでは増加量が小さかったものの、全ケースで増加した。一方、材齢 56 日から 91 日において、圧縮強度は AL-4 ケースではあまり変わらなかったが、AL-6 および AL-8 ケースでは増加し、材齢 91 日では AL-4 ケースとほぼ等しい値となった。また、材齢 28 日および 56 日における圧縮強度の大小関係は、アルカリ総量の低いケースほど高く、アルカリ総量の高いケースほど低くなった。しかし、既往の研究では、塩分濃度が異なる水中養生したコンクリートの圧縮強度は、材齢 21 日から 91 日にかけて変

表-1 実験ケース

ケース名	アルカリ総量 (kg/m^3)	アルカリ添加量 (kg/m^3)
AL-4	4.0	2.3
AL-6	6.0	4.3
AL-8	8.0	6.3

表-2 コンクリートの配合およびフレッシュ性状

試験 ケース	呼び強度 (N/mm^2)	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)						SL (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 ($^{\circ}\text{C}$)
					C	W	S	G	AE 減水材	NaCl			
AL-4	24	25	55	46.7	284	156	867	1002	2.84	4.34	9.5	3.9	24
AL-6										8.11	10.5	4.1	25
AL-8										11.88	14.0	4.3	24

化が小さいとの知見が得られている¹⁾。

既往と異なる結果となった要因として次のことが考えられる。コンクリート中に塩化物イオンが存在する場合、カルシウムシリケート水和物の生成により、初期の強度発現が早くなる^{1), 2)}。水中養生の場合、常にコンクリートへ水分が供給されるため、既往では、塩分量によらず、材齢初期から強度発現が生じたものと考えられる。それに対して、封かん養生の場合、コンクリート中の水分しか強度発現に使用できないものと考えられる。本研究の AL-6 および AL-8 ケースでは、養生初期にコンクリートの打込み面と食品用ラッピングフィルムの間に水分が溜まっていたが、時間の経過とともに消失していった。このことから、NaCl により脱水された骨材中の水分が、水和反応の熱により蒸発し、強度発現に使用できる水分がコンクリート中に少なかったことが考えられる。その後、蒸発した水分が時間の経過とともに徐々にコンクリートに取り込まれ、強度発現が起こったと考えられる。以上より、既往と異なる結果となったものと考えられる。

また、各ケースのグラフを比較すると、AL-6 および AL-8 ケースでは、材齢 28 日から 56 日にかけて、同様の傾きを示していることが分かった。以上より、アルカリ総量が異なる封かん養生したコンクリートにおいて、圧縮強度の増加量はアルカリ総量によらず、一定である可能性が考えられる。

3.2 ヤング係数

図-2 にヤング係数と材齢の関係を示す。材齢 28 日におけるヤング係数は、AL-6 および AL-8 ケースでは等しく、AL-4 ケースでは他のケースより低くなった。また、材齢 56 日におけるヤング係数は、AL-4 および AL-6 ケースでは若干の増加であるが、全ケースで増加が見られた。それに対して、材齢 91 日におけるヤング係数は、材齢 56 日のものと比較し、AL-8 ケースでは増加しているが、AL-4 および AL-6 ケースでは低下した。図-1 より、AL-4 および AL-6 ケースでは、材齢 56 日付近で圧縮強度がほぼ最大となっているのに対し、AL-8 ケースでは材齢 91 日付近で他のケースと同様の圧縮強度となっている。以上より、アルカリ総量が異なる封かん養生したコンクリートでは、圧縮強度が最大となった後、ヤン

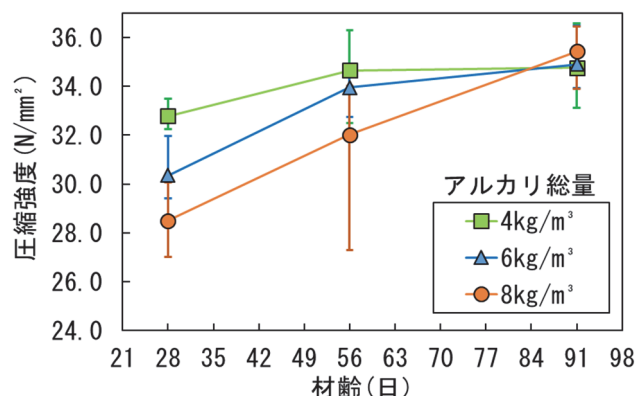


図-1 圧縮強度と材齢の関係

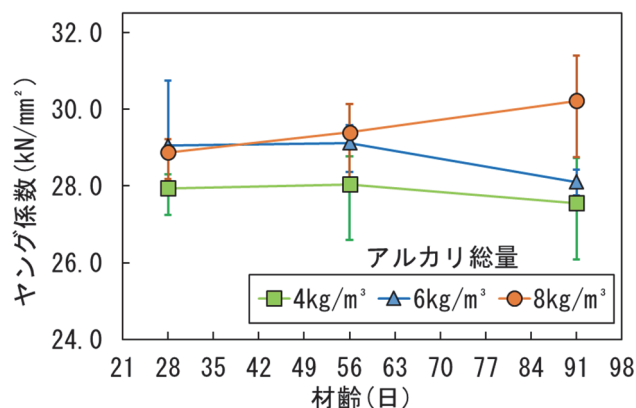


図-2 ヤング係数と材齢の関係

グ係数が低下することが考えられる。

4. まとめ

- (1) 圧縮強度は材齢 28 日および 56 日ではアルカリ総量の低いものほど高くなるものの、材齢 91 日ではあまり変わらなくなることが確認された。
- (2) AL-4 および AL-6 ケースのヤング係数は、材齢 56 日にピークを迎えた後、低下したが、AL-8 ケースのヤング係数は材齢 91 日まで増加し続けた。

5. 今後の展望

今回の実験では、AL-8 ケースの材齢 56 日における圧縮強度に大きなばらつきが見られる。そのため、今後、AL-8 ケースの再検討および他のアルカリ総量のケースでの検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 横室隆, 依田彰彦: 塩分濃度の異なる基本的性質について, コンクリート工学年次論文集, Vol27, No.1, pp.607-612, 2005
- 2) 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, Vol54, No.5, pp.525-530, 2016