

水粉体比の異なるコンクリートにおける耐塩害用混和材の強度寄与

山口大学大学院 学生会員 ○井上 駿
 元山口大学大学院 正会員 水島 潤
 萩森興産株式会社 正会員 宮本 圭介
 宇部興産株式会社 正会員 大和 功一郎
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

今日のコンクリート構造物に必要な性能の一つに耐塩害性が挙げられる。そこで、海岸付近や凍結防止剤散布環境下にある鉄筋コンクリート構造物への使用を目的として開発されたのが耐塩害用混和材である。既往の研究¹⁾では、主にコンクリート二次製品への適用を想定し、蒸気養生したコンクリートの各種耐久性試験を実施している。本研究では、耐塩害用混和材を現場打ちコンクリートにも適用するために、水粉体比やセメント質量置換率の異なるコンクリートの標準養生下における圧縮・割裂引張・曲げ強度試験を行い、その効果について調べた。

2. 試験方法

2.1. 試験材料および配合条件

本研究のコンクリートの配合条件を表-1に示す。結合材には耐塩害用混和材（以下 C、密度： 2.36g/cm^3 ）と普通ポルトランドセメント（OPC、密度： 3.16g/cm^3 ）を使用した。水粉体比（W/P）を45、55、65%とし、混和材のセメントに対する質量置換率を内割で0(Con.)、10、20、40%とした。細骨材には海砂（S1）と石灰砕砂（S2）、粗骨材には20~15mm（G1）と15~5mm（G2）を使用した。一般的な土木構造物への用途を想定したフレッシュ性状を確保するため、必要に応じてAE減水剤、高性能AE減水剤、空気連行剤および消泡剤を使用した。

2.2. 供試体の作製方法および養生条件

コンクリートの練混ぜには強制二軸ミキサを用いた。細骨材と結合材をミキサに投入して30秒間の空練り後、混和材を含む水を投入して60秒間の混ぜ合わせ、粗骨材を投入して90秒間の練混ぜを行った。練混ぜ後、圧縮・割裂引張強度試験に用いる $\phi 100 \times$

表-1 配合条件

W/P-C 置換率	単位量 (kg/m^3)						
	W	OPC	C	S1	S2	G1	G2
45-Con.	162	360	0	581	249	488	486
55-Con.	162	295	0	618	265	488	486
65-Con.	162	250	0	644	276	488	486
45-C10	162	324	36	574	246	488	486
45-C20	162	288	72	567	243	488	486
45-C40	162	216	144	552	237	488	486
55-C10	162	266	30	312	262	488	486
55-C20	162	236	59	607	260	488	486
55-C40	162	177	118	595	255	488	486
65-C10	162	225	25	639	274	488	486
65-C20	162	200	50	634	272	488	486
65-C40	162	150	100	624	268	488	486

200mmの円柱供試体を30本、曲げ強度試験に用いる $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ のはり供試体を12本作製した。供試体は、型枠に充填してから24時間養生室内に静置した後、 20°C 標準（水中）養生を行った。

2.3. フレッシュ性状試験および強度試験

本研究では、スランプ12cm以上、空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ を満足するように化学混和剤を用いた。材齢1（圧縮強度のみ）、3、7、28、91日において圧縮強度、割裂引張強度および曲げ強度を調べた。なお、材齢28日においては静弾性係数試験を行い、静弾性係数を測定した。

3. 強度試験結果と考察

3.1. 圧縮強度

水粉体比W/P=45、55、65%における圧縮強度をそれぞれ図-1～図-3に示す。一般的に混和材を用いた

キーワード 混和材, 圧縮強度, 割裂引張強度, 曲げ強度, セメント有効係数

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL0836-85-9306

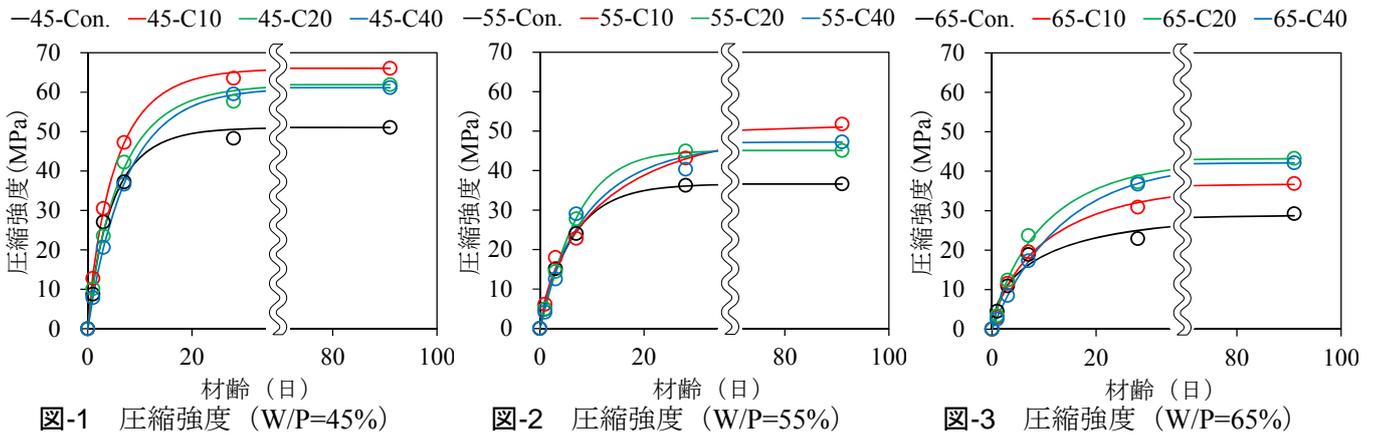


図-1 圧縮強度 (W/P=45%)

図-2 圧縮強度 (W/P=55%)

図-3 圧縮強度 (W/P=65%)

コンクリートは初期強度が低くなるが、混和材 C を用いたコンクリートは、W/P や置換率に拘わらず、材齢 7 日まで基準 Con. と同等の強度を示し、それ以降で基準 Con. を大きく上回った。これは、混和材 C がマイクロファイラー効果やポズラン反応性を有していることから初期強度が低下せず、長期強度が増進したと考えられる。また、異なる W/P で置換率の影響を比較すると、材齢 91 日において置換率に拘わらず W/P が低いほど圧縮強度が高い傾向がみられた。これは、W/P が低いほどセメント量および混和材量が多く、水和反応やポズラン反応などの強度発現に関わる反応がより活発となるためと考えられる。

3.2. セメント有効係数

各配合の圧縮強度試験結果をもとに、耐塩害用混和材がもたらすコンクリートの強度に対する寄与度をセメント有効係数によって評価した。セメント有効係数とは、混和材が強度発現に寄与した効果をセメント量に換算し、その比を表したものである。材齢 28, 91 日における混和材 C を用いたコンクリートのセメント有効係数を図-4 に示す。

この結果より、W/P や置換率に拘わらずセメント有効係数が 1.0 以上であったことから、混和材 C はセメント以上の寄与度を示すことがわかった。また、材齢で比較すると材齢 28 日に比べ材齢 91 日の方が高い値を示していることから長期強度において高い寄与度を示すことがわかった。

3.3. 割裂引張強度および曲げ強度

混和材 C を用いたコンクリートの割裂引張強度は、材齢 7~91 日の強度増進率において、W/P=45%では 1.1~1.3 倍、W/P=55%では 1.3~1.7 倍、W/P=65%では 1.4~1.9 倍であった。この結果から、W/P が高くなる

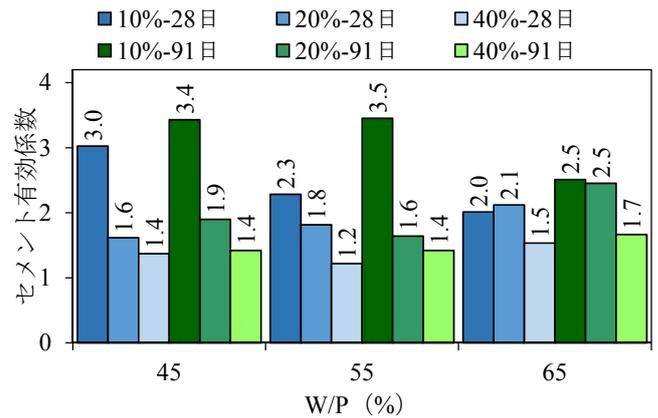


図-4 セメント有効係数

ほど強度増進率が増加することがわかった。

混和材 C を用いたコンクリートの曲げ強度は、W/P や置換率に拘わらず基準 Con. と比べ材齢 1~7 日で同等か若干下回る強度を示し、材齢 7 日以降で大きく上回る強度を示した。圧縮・割裂引張強度試験では材齢 91 日で基準 Con. と同等の強度を示す場合があったが、曲げ強度では W/P や置換率に拘わらず高い強度発現性を示した。

4. 結論

- 耐塩害用混和材を用いたコンクリートは、W/P や置換率に拘わらず、初期強度発現を低下させることなく材齢 7 日以降の長期強度を増進させる。
- W/P や置換率に拘わらずセメント有効係数が 1.0 以上であったことから、耐塩害用混和材はセメント以上の寄与度を示すことがわかった。
- 割裂引張強度や曲げ強度においても耐塩害用混和材による高い強度発現性を確認した。

参考文献

- 大和功一郎ほか、耐塩害用混和材を用いた蒸気養生コンクリートの耐久性、材料, Vol.66, No.5, pp.328-333, 2017.