

V-211 海岸および港湾コンクリートの耐凍害性

北海道大学大学院 学生員 徳重英信
 北海道大学工学部 正員 佐伯昇
 北海道大学工学部 正員 志村和紀

1. はじめに

寒冷地の海岸及び港湾コンクリート構造物は、冬期間の積雪、日射、干満等による凍結融解作用を繰り返して受け、また他の構造物よりもはるかに多くの水分の供給を受ける苛酷な環境下にあるため、コンクリート表面部の損傷(表面剥離)事例が数多く報告されている。表面剥離は、粗骨材表面のモルタル部が1~数センチの径あるいは全面的に、深さ数ミリ程度で剥離する現象であり、この損傷がコンクリート構造物そのものの破壊へ到る事はほとんど無いといつてもよいが、景観的には決して好ましいものではない。

本研究では海水の作用を受けるAE剤を用いた無筋コンクリートの凍結融解による表面剥離を、配合、養生により制御する方法について明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

図-1に示す手順により、耐凍害性確保の為の配合を定めた。

2.1 配合と供試体

要素として最小セメント量、W/C、空気量の3つを仮定し、最大粗骨材寸法40mmで[表-1]に示すように供試体配合を設定した。使用したセメントは、普通ポルトランドセメント、高炉スラグセメントA種-混和材率25%- (BA25)と高炉スラグセメントB種-混和材率40%- (BB40)の3種である。

圧縮試験用供試体はφ15cm×30cmの円柱供試体を用い、凍結融解試験用は[図-2]に示すように15cm×15cm×27.5cmの角柱の上面にDike(堰)を取り付けたものを使用した。

2.2 養生

養生は麻袋及び散水養生(外側から湿気をあたえたもの)と、吸水紙によりブリージングによって供試体上面に浮き出た水分を吸い取り、その水分により湿潤養生を行う(外側から湿気を与えない)養生シートを使ったものの2通りを行った。以後、前者を通常養生、後者をシート養生と呼ぶ事にする。シートは透水紙、吸水紙、非透水シートの3枚より成り、吸水試験より[表-2]に示すものを採用し[図-3]の様に設置し、重石として木板とコンクリート塊(計53.6kg/m²)を使用した。

2.3 凍結融解試験

7日間の養生と21日間曝露の後、各供試体を低温室に搬入し、ANSI/ASTM C672-76 に沿うかたちで供試体上面に海水を6mm満たし、室内気温-17±2℃(16時間)~18±2℃(8時間)を1 cycle/day、計50サイクルの凍結融解試験を行った。海水は2~3サイクル毎に取り替え、5サイクルおきに供試体上面部からブラシにより取り除いた剥離片の重量の計測を行い、50サイクル終了時にスケーリングとポップアウトの最大深さをデプスゲージにより計測した。

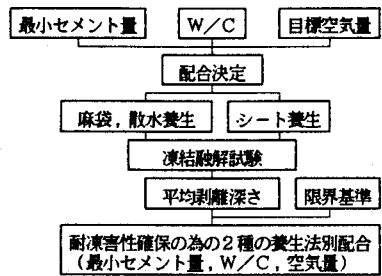


図-1 概要

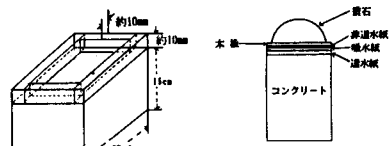


図-3 養生シートの設置

図-2 凍結融解試験用供試体

表-1 配合

	W/C	最小セメント量	目標空気量	養生
BB40	45	270	4.5	通常
	52	300	5.5	シート
	55	330	7.0	
BA25	50	240	4.5	通常
	55	270 300		シート
普通ポルトランドセメント	55	291	4.5	通常シート

表-2 養生シート

透水紙: 不織布	坪量70g/m ²	厚さ100μ
吸水紙:	坪量188.8g/m ²	厚さ641μ
非透水シート:	ポリエチレンフィルム	厚さ90μ

3. 実験結果及び考察

供試体上面部の剥離片重量と凍結融解面(上面部)の面積を基に算定した平均剥離深さ(D_w)(mm)により考察を行う。また、平均剥離深さの推移を普通ポルトランドセメント量 [図-4], W/C について示す。

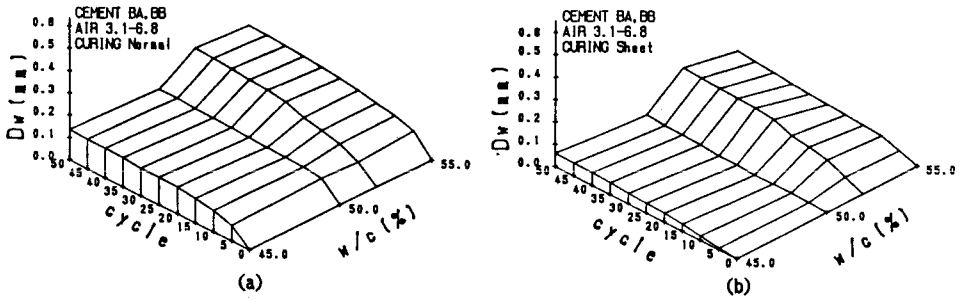


図-4 水セメント比と平均剥離深さの相関の推移

3.1 限界基準

コンクリート表面のモルタル分が無くなり粗骨材が露出している状態の損傷($D_w=7\text{mm}$)であれば、構造的にも景観的にもあまり問題はないと考え、これを損傷の限界基準とした。50年経過後のこの基準に相当する配合は、北海道沿岸の港湾構造物の施工後1,2,10年の劣化データをもとにした報告より、 $W/C=50\%$ 、最小セメント量 $=310\text{kg/m}^3$ 、空気量 $=4.5\%$ となり、この凍結融解試験で50サイクルで $D_w=0.17\text{mm}$ の表面剥離損傷をおこしたものの配合が、50年で7mmに損傷制御できる配合に対応している。また、これに相当する最大剥離深さは、 $D_g=2.0\text{mm}$ となる。

3.2 基準配合の算出

50サイクル終了時の D_w を図-5~図-8に示す。これより $D_w=0.17$ に相当する、普通ポルトランドセメント量 [図-5] は通常養生 188kg/m^3 、シート養生 171kg/m^3 、 W/C [図-6] は 50% (通常)、 55% (シート)となり、空気量 [図-7] については相関がみられず、海岸及び港湾コンクリート構造物に多い基準を用い空気量は2通りの養生方法共に 5.5% とした。また圧縮強度(材令28日) [図-8] は、 320kgf/cm^2 (通常)、 220kgf/cm^2 (シート)となる。

4. まとめ

・凍害による港湾コンクリート構造物の表面の損傷を50年経過後において構造的、景観的に不安感を生じさせない損傷に制御するものとして [表-3] の配合が良いように思われる。

・本研究でも水セメント比、単位セメント量共に凍害による表面損傷に対するものとして大きな要因となっており、養生シートはコンクリート上面の水セメント比を低減させている効果があるように思われる。しかしながら施工、設置や管理等の課題があり今後の研究が必要である。

最後に、養生シートを提供してくださった王子建材工業株式会社の三浦徳保氏に謝意を表します。

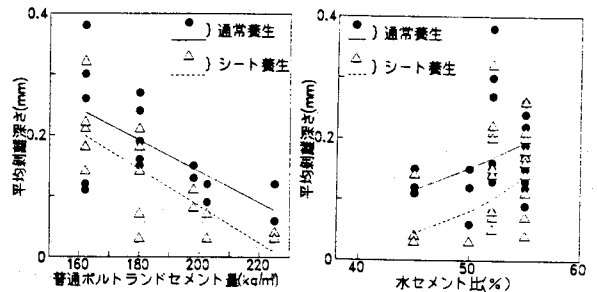


図-5 普通ポルトランドセメント量-平均剥離深さ(50cycle) 図-6 水セメント比-平均剥離深さ(50cycle)

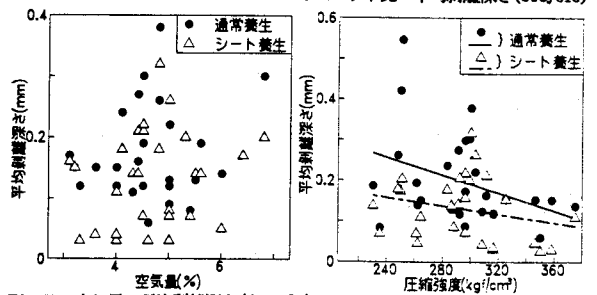


図-7 空気量-平均剥離深さ(50cycle) 図-8 圧縮強度-平均剥離深さ(50cycle)

表-3 耐凍害性確保のための配合

海岸側(水)養生			シート養生		
セメント	BA25	BB40	セメント	BA25	BB40
最小セメント量(kg/m ³)	250	310	最小セメント量(kg/m ³)	230	290
最大水セメント比(%)	5.0	5.0	最大水セメント比(%)	5.5	5.5
空気量(%)	5.5	5.5	空気量(%)	5.5	5.5
圧縮強度(kg/cm ²)	320		圧縮強度(kg/cm ²)	220	