

V-191

高性能AE減水剤を用いたコンクリートの耐凍害性と気泡組織

全生工組連中央技術研究所 正会員 ○中根政範

足利工業大学工学部 正会員 黒井登起雄

足利工業大学工学部 正会員 松村仁夫

足利工業大学工学部 正会員 宮澤伸吾

1. まえがき

最近、高性能AE減水剤はW/C=55%程度の一般のAEコンクリートにも使用されてきている。このような高性能AE減水剤を用いたコンクリートの耐凍害性に関する既往の報告は少ない¹⁾。そこで、本研究では、W/C=55%の高性能AE減水剤を用いたコンクリートの耐凍害性と気泡組織との関連性を実験的に検討した。

2. 実験概要

表1 コンクリートの配合および諸性質

2.1 使用材料および配合 セメントは、普通ポルトランドセメント(Ds=3.16)、細骨材は、主に鬼怒川産川砂(Ds=2.60, Q=2.14%)を、粗骨材は、鬼怒川産川砂利(Ds=2.75, Q=1.26%)および松館産石灰石碎石(Ds=2.70, Q=0.35%)を用いた。混和剤は、国産の成分の異なる2種類の高性能AE減水剤(SP1, SP2)を使用し、空気量の調整にはそれぞれに対応したAE剤または空気量調整剤を用いた。一部実験で、石灰石粉末(Ds=2.70)およびケイ石粉末(Ds=2.67)を使用した。高性能AE減水剤を用いたコンクリート（以下SPコンクリートと呼称）の配合は、W/C=55%、スランプ8cmのAEコンクリートの配合をベースに、高性能AE減水剤によってスランプが18±1.5 cmの範囲となるように決定した。コンクリートの配合は、表1に示した。

No.	粗骨材の種類	空気量 (%)	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)			空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
					W	C	微粉末		
①	川砂利	5±1	55	35~47	151~160	275~291	----	5.3~5.8	23.8~32.0
②	砕石	"	"	39~49	160~167	291~304	----	4.7~7.6	30.6~41.6
③	川砂利	5±1	55	47	157	285	----	6.4~7.1	29.8~31.8
④	"	7±1	"	46	155	282	----	8.4~8.5	28.4~29.3
⑤	"	9±1	"	45	151~153	275	----	10.0	25.2~26.0
⑥	砕石	5±1	55	47	163	296	----	5.9	36.4~39.7
⑦	"	7±1	"	46	"	"	----	7.9~8.0	32.1~39.7
⑧	川砂利	5±1	47.6	45.9	157	330	----	4.1~5.8	34.2~39.8
⑨	川砂利	5±1	55	47	157	285	38.4~60.1	4.8~6.0	28.1~36.9
⑩	"	"	"	"	"	"	38.0~59.4	4.6~5.5	29.0~34.3

注) SP1の添加率: C×1.4~1.7%, SP2の添加率: C×1.0%

⑧の微粉末は石灰石粉末、⑩はケイ石粉末を使用

石粉末(Ds=2.70)およびケイ石粉末(Ds=2.67)を使用した。高性能AE減水剤を用いたコンクリート（以下SPコンクリートと呼称）の配合は、W/C=55%、スランプ8cmのAEコンクリートの配合をベースに、高性能AE減水剤によってスランプが18±1.5 cmの範囲となるように決定した。コンクリートの配合は、表1に示した。

2.2 実験方法 凍結融解試験は、JSCE-G501-1986に従って水中における急速凍結融解の繰返しにより実施し、試験の結果は、耐久性指数で評価した。圧縮強度試験は、水中(20±3℃)養生した後の材齢28日に行った。気泡の測定は、ASTM C 457に準じてリニアトラバース法で行い、気泡間隔係数で評価した。

3. 実験結果

3.1 細骨材粒度、空気量および締固め方法を変えた場合 細骨材の粗粒率を1.76~3.10に変えて、その影響について調べた結果を図1に、空気量を5, 7, 9%に、また、締固め方法を突き棒、締固めなし、内部振動機に変えたときの影響について調べた結果を図2に示した。そのときの配合は、それぞれ①②および③~

⑦に示した。図1, 2より、粗骨材に川砂利を用いた場合、SP1, SP2ともに、細骨材粒度や空気量・締固め方法に関係なく耐久性指数は13~56%の範囲であり、耐凍害性が低下した。このときの気泡間隔係

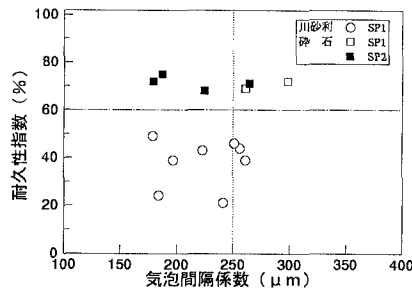


図1 細骨材粒度を変えた場合の耐久性指数と気泡間隔係数との関係

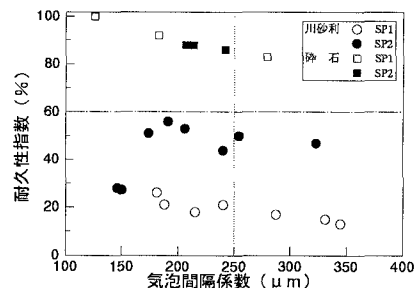


図2 空気量・締固め方法を変えた場合の耐久性指数と気泡間隔係数との関係

数は、146～345 μm の範囲であった。これに対して、碎石を用いたとき、耐久性指数は69～100 %であり、耐凍害性が良好であった。このときの気泡間隔係数は、126～298 μm の範囲であった。

このように、SPコンクリートの耐凍害性は、細骨材粒度や空気量・締固め方法に関係なく、粗骨材に碎石を用いたとき良好で、川砂利を用いたとき低下した。また、従来から耐凍害性を確保できると云われている気泡間隔係数250 μm 以下の場合でも耐凍害性が低下したり、250 μm 以上でも良好となる場合が認められた。

3.2 セメント量を増量した場合 前述の結果より、粗骨材に川砂利を用いたときの耐凍害性が低下する原因は、次の2つが考えられる。[1] 川砂利を用いたSPコンクリートの圧縮強度は碎石を用いた場合よりも小さい。[2] 川砂利を用いたSPコンクリートは、高性能AE減水剤が高減水性であるため、ペースト量の少ない貧配合のAEコンクリートになっている。そこで、川砂利を用いたSPコンクリートの耐凍害性を改善する目的で、セメント量を330 kg/m^3 まで増量した。その結果は、図3に示した。そのときの配合は、表1の⑧に示した。図より、耐久性指数は、SP1、SP2ともに70～88%の範囲となり、耐凍害性が良好となった。このときの気泡間隔係数は、169～319 μm の範囲となり、250 μm 以上となるものも若干含まれていた。

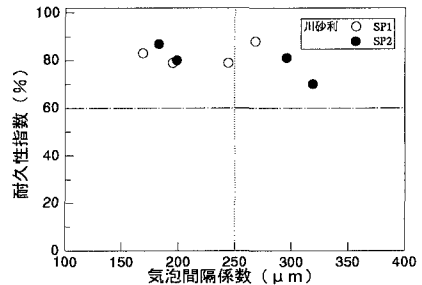


図3 セメント量を増量した場合の耐久性指数と気泡間隔係数との関係

このように、川砂利を用いたSPコンクリートの耐凍害性を向上させるには、最低セメント量を確保することが重要で、その量は330 kg/m^3 が適当であると考えられる。このとき、気泡間隔係数が250 μm 以上となる場合も若干認められた。

3.3 微粉末によって粉体量を増量した場合 セメント量を増量した場合、水セメント比が若干小さくなる。そこで、石灰石粉末またはケイ石粉末を細骨材の一部に置換して、セメント量+粉末量を330 kg/m^3 としたときの影響について調べた結果は図4に示した。そのときの配合は、表1の⑨⑩に示した。図より、石灰石粉末を用いたとき、SP1、SP2ともに耐久性指数が68～80%の範囲となり、耐凍害性が良好となった。このときの気泡間隔係数は、153～286 μm の範囲であり、250 μm 以上となるものも若干あった。これに対して、ケイ石粉末を用いたとき、SP1の場合、耐久性指数は63～69%と良好であったが、SP2の場合、20～35%の範囲で、耐凍害性が低下した。このときの気泡間隔係数は、それぞれ201～254 μm 、375～387 μm の範囲であった。

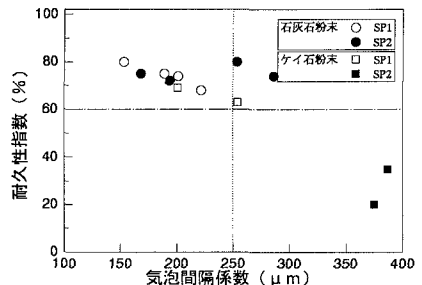


図4 微粉末によって粉体量を増量した場合の耐久性指数と気泡間隔係数との関係

このように、川砂利を用いたSPコンクリートの耐凍害性の向上には、セメント量+粉末量を330 kg/m^3 を石灰石粉末によって確保することも、有効な手段になると考えられる。しかし、粉末の品質によっては、耐凍害性が低下する場合もある。また、耐凍害性が良好であっても、気泡間隔係数が250 μm 以上となる場合もあり、 $W/C=55\%$ のSPコンクリートの耐凍害性は気泡間隔係数だけから判断することが困難であると考えられる。

4. まとめ

本研究の結果から、以下のことが明かになった。(1) $W/C=55\%$ のSPコンクリートの耐凍害性は、粗骨材に碎石を用いたとき良好である。しかし、川砂利を用いたとき低下する。(2) 川砂利を用いたSPコンクリートは、貧配合とならないためのセメント量を確保することが重要で、その量は330 kg/m^3 が適当である。また、石灰石粉末を用いて、セメント量+粉末量が330 kg/m^3 としても耐凍害性に有効である。(3) このようなSPコンクリートは、気泡間隔係数だけから耐凍害性を判断することは困難である。

〔参考文献〕

1) 黒井, 松村; 高性能AE減水剤を添加したコンクリートの耐凍害性, 土木学会第47回年次学術講演会講演要録, pp. 448～449, 1992. 9