

コンクリート中の気泡がコンクリートの強度に及ぼす影響

呉工業高等専門学校 正員 〇竹村 和夫

呉工業高等専門学校 正員 阿部 康俱

1. よえがき

コンクリート中の粗粒骨材の下面に発生し易いウォーターポケットによる空けきがコンクリートの強度に及ぼす影響と空けき説から説明できないかと考えているが、そのための基礎データを得る目的でコンクリートの空けき量(空気量)と強度との関係を確認するため、成分の異なる各種の空気連行性の混和剤を用いてコンクリートの空気量を変え、まだ固まらないコンクリートと硬化コンクリートの空気量を測定し、ワーカビリティー、強度などに及ぼす気泡の性状の影響について実験的に検討を行った。

2. 実験の方法

表1 使用混和剤と使用量

種類	記号	使用量(セメント量×%)
AE 剤	V	0, 0.025, 0.035, 0.045, 0.055
AE減水剤	PL	SL, SLA, SLA ₂ , SLA ₃ いずれも 0.25

セメントは普通ポルトランドセメント(比重=3.17, フレーン値=3210^{cm²/g}, 28日圧縮強度=413^{kg/cm²})を用いた。

細骨材は川砂(比重=2.53, 吸水率=1.87%, FM=2.72)

を用いた。粗骨材は最大寸法20mmの碎石(比重=2.65, 吸水率=1.04%)を標準粒度範囲のほぼ中間粒度になるように粒度調整を行い、水洗いしたものゝ表乾状態にして使用した。混和剤は天然脂肪酸塩系のAE剤(V)およびソグニンスルホン酸塩を主成分とするいわゆるAE減水剤(PL)を使用した。使用量はコンクリートの空気量を変える目的で(V)は表1に示すように5種に変え、(PL)はSLシリーズを用いて標準使用量とした。

コンクリートの配合は、スランプを6~8cmとし、水セメント比を40, 50および60%の3種に変えた。強制練リミキサーで練り混ぜ直後のコンクリートについて、スランプ試験および空気室圧力法によるまだ固まらないコンクリートの空気量の試験を行った。圧縮強度はφ10×20cmの用柱供試体、曲げ強度は□10×10×40cmのはり供試体とそれぞれ所定材令まで21℃±1deg.の水中で養生を行って試験した。

硬化コンクリートの空気量測定用の供試体は図1に示すようにはり断片をコンクリートカッターで切断し、自動研摩機を用いて、#100, #200, #400, #800および#1500の研摩材でそれぞれ5分間研摩を行った。リニアトラバース実験微鏡を用いて、1個の供試体につき2400mm以上トラバースを行って、トラバース長、気泡の個数、気泡の直径を測定し、空気量、気泡の比表面積、間隔係数などを求めた。

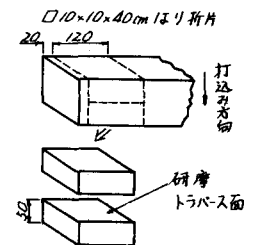


図1 空気量測定用供試体

3. 実験結果とまとめ

本実験の結果をまとめると本実験の範囲内で次のようである。

AE剤の使用量あるいはAE減水剤の連行能力とまだ固まらないコンクリートの空気量とは、ほぼ直線関係があるが、コンクリートの水セメント比が低くなると空気は連行されにくくなる(図2)。

まだ固まらないコンクリートの空気量と減水効果との間には直線関係があるが、AE減水剤を用いると分散効果が加わるためAE剤の場合に比し、同一空気量での減水率は、4~8%大となる(図3)。

硬化コンクリートの空気量はまだ固まらないコンクリート

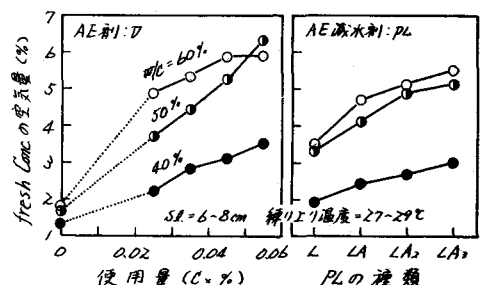


図2 混和剤とfresh Conc.の空気量

の空気量に比例する(図4)が、空気量が3%をこえると前者が後者より少なくなることに付いては今後検討を行う必要がある。

混和剤によって運行された空気比表面積は、コンクリートの水セメント比が低下すると増大する、すなわち、気泡の径が小さくなる傾向があるが、エントラップドエアの比表面積は水セメント比が変わっても120^{cm²}/cm³程度で変化しない。

気泡の間隔係数は運行空気の場合は水セメント比が低下すると小さくなる傾向があるが、エントラップドエアの間隔係数は700 μ 前後である。なお、AE剤を用いた場合が、AE減水剤の場合に比し、気泡の比表面積が小さく、間隔係数は小さい(図5)。

コンクリートの強度は空気量の増加に伴ってほぼ直線的に低下すると考えられるが、同一空気量での強度は混和剤の種類や強度の種類によって多少異なる(図6)。

また、水セメント比によってもその傾向は多少差があると考えられる(表2)。これは図5に示した気泡の間隔係数と関連があると考えられ、間隔係数と空気量の变化による強度の変化率との関係は図7のようになる。間隔係数が200~400 μ の範囲では両者の関係は直線では表示可能ではないかと考えられる。

空気量が増えたコンクリートではセメント空けき比と圧縮強度との関係は直線で示されると思われるがAE減水剤の場合は水量が少なくてすむため、同一セメント空けき比における強度は、AE剤を用いた場合やブレンコフリーの場合より大となる(図8)が、同一空気量でのセメント水

比と強度との関係式の勾配は小さくなる傾向が見られる(図9)。

図8 セメント空けき比と強度との関係

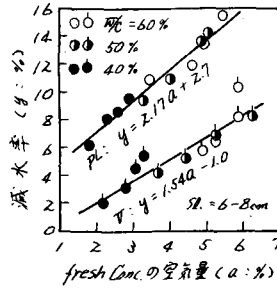


図3 空気量と減水率との関係

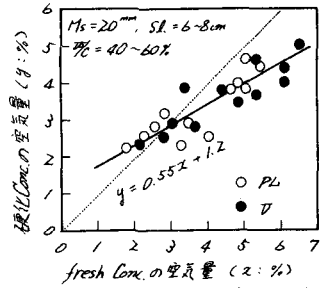


図4 fresh Conc.と硬化Conc.の空気量の関係

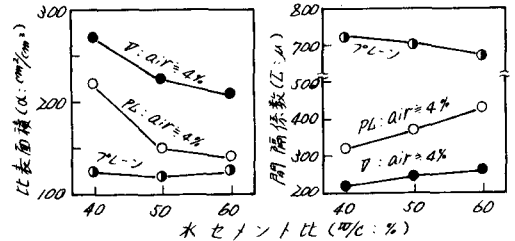


図5 水セメント比と気泡の比表面積および間隔係数

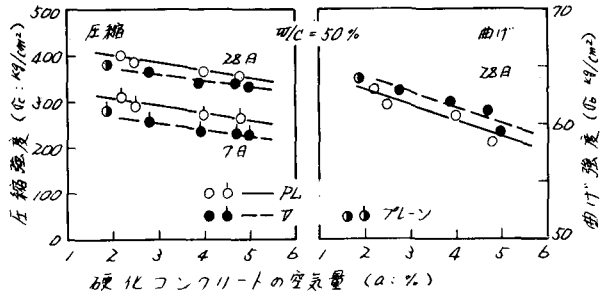


図6 空気量と強度との関係

表2 空気量1%の変動による強度の変化率

水セメント比 (%)	混和剤	強度の変化率 (%)		
		圧縮 7日	圧縮 28日	曲げ 28日
40	PL	4.9 (4.2)	8.3 (6.2)	4.7 (3.8)
	V	4.3 (4.8)	4.2 (6.6)	2.3 (4.4)
50	PL	5.6 (8.5)	4.5 (6.6)	2.5 (3.4)
	V	5.7 (4.5)	3.9 (3.1)	2.3 (2.2)
60	PL	11.6 (11.0)	8.3 (8.4)	6.9 (5.5)
	V	6.5 (4.9)	4.4 (3.3)	4.0 (2.9)

() は fresh Conc. の空気量による場合

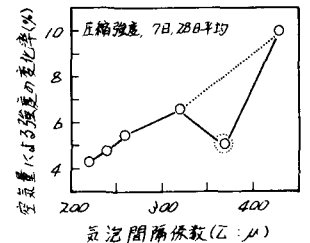


図7 間隔係数と強度の変化率

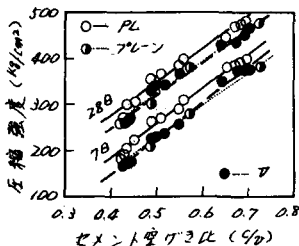


図8 セメント空けき比と強度との関係

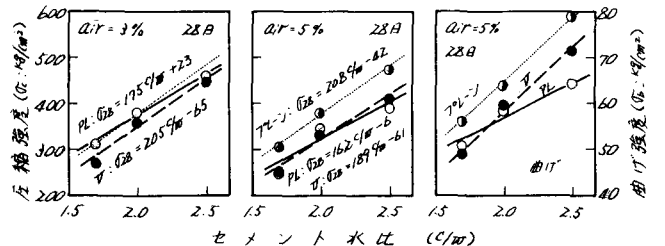


図9 セメント水比と強度との関係