

高流動コンクリートの諸性質に及ぼす空気量の影響

岩手大学 学生員 ○竹内 祐樹
 岩手大学 佐藤 太紀
 岩手大学 学生員 小山田 哲也
 岩手大学 正 員 藤原 忠司

1. はじめに

普通コンクリートの凍結融解作用に対する抵抗性は、空気量を適切に設定することにより確保される。一方、高流動コンクリートの場合、一般に高強度であって耐凍害性の観点から、空気量に対する格別の配慮は必要ないとの研究例も見られる。本研究では、この点を実験的に検討することとした。空気量は、耐凍害性ばかりでなく、フレッシュ時の流動性や硬化後の強度にも影響すると考えられるため、これらにも注目した。

2. 実験概要

表-1 使用材料

使用材料	性質	記号
セメント	普通ポルトランドセメント 比重：3.16	C
混和材	石灰石微粉末 比重：2.70 ブレーン値：5000cm ² /g	L
細骨材	砕砂 比重：2.70 吸水率：3.31%	S
粗骨材	碎石 比重：2.99 吸水率：0.40%	G
高性能減水剤	ポリカルボン酸系	SP

高流動コンクリートとしては、粉体系を対象とし、粉体には、石灰石微粉末を用いた。コンクリートの使用材料を表-1に示す。配合に関しては、多くの予備実験を行い、2種類を定めた。ひとつは、流動性の経時変化がほとんどなく、高強度が得られる配合（A3）であり、他のひとつは、流動性が時間的に多少損なわれ、強度

表-2 コンクリートの配合

配合	W/C (%)	W/(C+L) (%)	単位量(kg/m ³)							空気量 (%)
			W	C	L	S	G	SP	AE	
A1	37	27	184	496	182	766	865	7.46	—	1.9
A2			182	491	180	759	857	7.38	0.054	2.8
A3			179	482	176	744	841	7.24	0.079	4.7
A4			174	468	171	723	817	7.03	0.129	7.4
B1	45	29	180	397	226	826	870	6.23	—	1.4
B2			177	391	223	814	857	6.14	0.061	2.8
B3			174	384	218	798	841	6.02	0.084	4.7
B4			171	376	214	738	825	5.90	0.086	6.5

も相対的に小さくなるが、経済性を追求した配合（B3）である。これらは、スランプフロー値が650±50mm、Vロート流下時間が10秒程度および空気量が5%程度を目標として得られた配合であり、これらを基準とし、AE剤の使用量を変えて、目標空気量が3%および7%の配合も求め、さらにプレーンコンクリートも加えた。したがって、空気量は、それぞれの配合種類で、4水準となる。得られた配合を表-2に示す。

実験項目としては、フレッシュコンクリートの場合、スランプフロー値、Vロート流下時間およびボックス充填高さであり、ボックス充填試験では、障害鉄筋の多いR1と少ないR2の2通りを設定した。硬化コンクリートについては、圧縮強度および凍結融解抵抗性を求めた。凍結融解試験は、ASTM C-666 に準拠し、気中凍結・水中融解方式（B法）で行なった。

3. 実験結果および考察

図-1は、スランプフロー値を示している。同じ種類の配合では、水セメント比、水粉体比および細骨材率は一定であるが、空気量が異なるため、水および高性能減水剤の単位量が相違し、空気量が多いほど、流動性を付与するこれらの単位量が減少する。それにもかかわらず、空気量が多いほど、スランプフロー値は大きくなっており、普通コンクリートと同様に、連行空気は高流動コンクリートの流動性を高めると言える。とくに、配合Bで空気量の影響が顕著であるのは、粉体と水とで構成されるペーストが相対的に少な

く、ペーストに占める空気量の割合が、空気量を変えることによって、配合Aより大きく変化するためであると考えられる。

Vロート流下時間の測定結果を図-2に示す。スランプフロー値と同様に、空気量が強く関連しており、配合Bで、影響の受け方が敏感となっている。Vロート流下時間は、流動性のほかに、材料分離抵抗性に関わる粘性にも左右される。空気量が大きいほど、Vロート流下時間が短くなるのは、流動性が増すためと解釈できるが、粘性も関連している可能性があり、この点を解明する必要がある。

図-3は、ボックス充填試験における充填高さを示している。空気量が大きいほど、充填が良好であるとの結果となっており、とくに障害鉄筋の多いR1の条件で、空気量の違いによる影響が強い。連行空気は、流動性を高めるとともに、粘性にも関連し、コンクリートの自己充填性に寄与すると評価できる。

硬化コンクリートの圧縮強度を図-4に示す。高性能減水剤の使用により、凝結が遅くなって、初期強度が低くなる懸念もあるため、材齢1日での値も求めた。この材齢でも、強度は十分に発現し、長期強度も優れている。配合Bで、相対的に強度が低いのは、水セメント比が大きいためであり、また、空気量の違いによる強度差が比較的著しい。骨材には、良質のものを用いており、コンクリートの強度は、ペーストの強度によって支配されると思われる。この際のペーストとは、強度にほとんど関係しない石灰石微粉末を除き、セメントと水とで構成されていると考えるべきであり、配合Bの場合、このペーストが相対的に一段と少ない。そのため、ペーストに占める空気量の割合が、空気量を変えることによって、大きく変化し、強度差が大きくなったと推察される。普通コンクリートと同様に、配合によっては、過大な空気量により、強度低下の恐れがあり、注意を要する。

図-5は、凍結融解試験の結果を示している。凍結融解試験は、材齢14日で開始しており、この時点で、強度は十二分に発現している。それにもかかわらず、プレーンコンクリートの場合、凍結融解作用によって、著しく劣化しており、本実験の範囲内では、高流動コンクリートとして、空気連行の必要があると言わざるを得ない。耐凍害性を確保するための空気量は、配合によって異なり、配合Bでは、5%程度の空気量であっても、劣化の兆候が見られる。したがって、凍害の発生が懸念される地域で高流動コンクリートを用いる場合には、凍結融解試験によって、空気量を適切に定めることが望まれる。

4. おわりに

高流動コンクリートは、流動性に優れ、ブリーディングが少なく、強度も高く、耐久性に富むと考えられているためか、これらに貢献する連行空気的重要性を看過しているくらいがある。

本実験によれば、連行空気は、高流動コンクリートの諸性質に影響を及ぼし、とくに耐凍害性に関しては、空気連行が不可欠との結果を得ており、空気量の影響を再吟味する必要があると指摘できる。

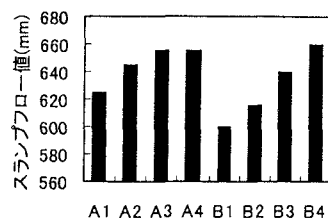


図-1 スランプフロー値

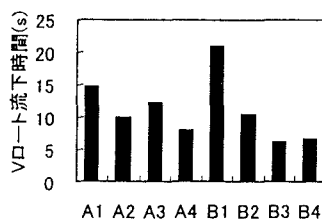


図-2 Vロート流下時間

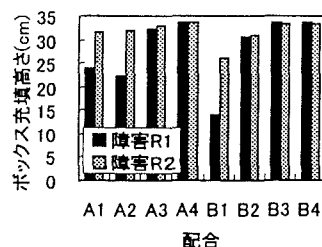


図-3 ボックス充填高さ

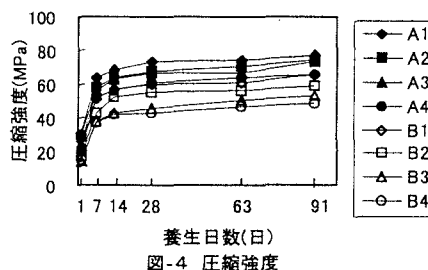


図-4 圧縮強度

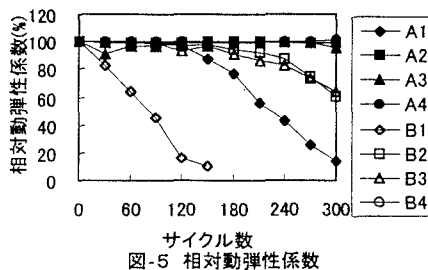


図-5 相対動弾性係数