

耐凍害性を考慮した軽量コンクリートのポンプ圧送性に関する基礎的研究

北海道開発土木研究所 正会員 ○遠藤 裕丈 田口 史雄
ドーピー建設工業(株) 正会員 竹本 伸一 松井 敏二

1. はじめに

構造物の重量を軽減できる軽量コンクリートは、経済性、耐震性が期待される材料である。しかし、コンクリートに用いられる軽量骨材は一般に吸水率が高く、凍害に対する懸念があるため、北海道などの寒冷地では実績が少ないのが現状である。軽量骨材をプレウェットングせず、絶乾状態で用いた場合、耐凍害性を満足する成果は既報¹⁾で得ているが、吸水率を極端に抑えるとポンプ圧送の際に管内閉塞が生ずるため、施工性が低下する。このため、耐凍害性と施工性(ポンプ圧送性)の両者を確保するには、耐凍害性に影響しない範囲で吸水率を上げることが望ましい。筆者は前報²⁾で、耐凍害性に着目した室内実験を行い、耐凍害性を満足する適正な軽量骨材(頁岩系)の吸水率の上限値が10～20%の領域に存在することを確認した。本報では施工性に着目し、吸水率を10～15%に調整した軽量骨材を用いてポンプ圧送性に関する基礎的な検討を行った。

2. 試験概要

表-1に配合を示す。コンクリートは軽量1種、軽量粗骨材は頁岩系非造粒型(密度1.25g/cm³, Gmax15mm)、吸水率は12, 13, 14, 15%の4水準とした。セメントは普通ポルト、細骨材は陸砂(密度2.68g/cm³)を用いた。

ポンプ圧送実験は2003年12月に北海道登別市のドーピー建設工業(株)幌別工場で実施した(写真-1)。当日の平均気温は14℃であった。ポンプ圧送はピストン式が一般的だが、本報は基礎特性把握を主眼としている性格上、比較的安定した圧送が行えるスクイズ式とし、目標吐出量は10m³/hとした。図-1に配管図を示す。管径150A(6B)、管長39mの水平配管とし、テーパ管は設けなかった。管内圧力はポンプ車の吐出口(根元)で測定した。フレッシュ性状把握のため圧送前と圧送15分後に吸水率、フロー、空気量の測定、および硬化物性把握のため材齢28日に圧縮強度と凍結融解試験(ASTM-C666のA法)を行った。

3. 試験結果・考察

図-2に圧力波形を示す。12%は0.5分後から圧力が経時的に増加し、1.9分後に閉塞兆候を示したため急遽圧力を下げた。一方、13, 14, 15%の圧送性は概ね良好であった。このことから吸水率は13%以上が望ましいと言える。14%はやや高い圧力で推移している。原因は明らかでないが他のケースと異なり、波形の異常変動が圧送直後から生じていることから、コンクリートを管内に送り込んだ際に粗大な空気が巻き込まれたことで圧力抵抗が高まった

表-1 コンクリートの配合(骨材修正係数は3%)

吸水率	W/C (%)	W/p (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					圧送後のフレッシュ性状	単位容積質量 (t/m ³)	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)
					水	セメント	フィラー	細骨材	粗骨材				
12%	35	32	45	7±1	160	457	40	710	419*	かなりボソボソ	1.95	50.2	2.40
13%										少しボソボソ	1.93	44.9	2.22
14%										少しボソボソ	1.87	37.9	2.08
15%										シャバシャバ	1.89	45.6	2.09

*絶対乾燥状態

単位容積質量、圧縮強度、静弾性係数は圧送後の値



写真-1 ポンプ圧送の状況

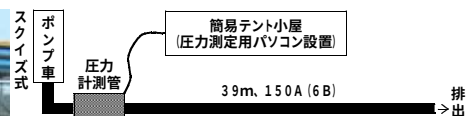


図-1 圧送管・圧力計測管の配置図

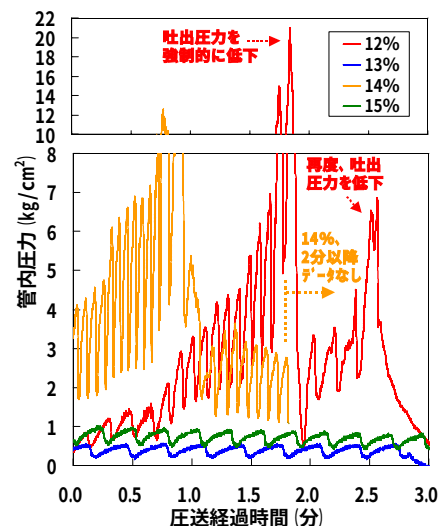


図-2 管内圧力波形

キーワード 軽量コンクリート, 頁岩, 吸水率, 耐凍害性, ポンプ能力

〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 TEL 011-841-1719 FAX 011-837-8165

可能性が考えられる。

図-3に圧送前後の吸水率、フロー、空気量の関係を示す。付記数値は圧送後の増減値を指し、マイナスは値が減少したことを示す。吸水率が小さいケースでは、圧送後の吸水率増加量、空気

量減少量が大きくなる傾向を示した。この結果から、低吸水率のケースでは、圧力吸水が管内で生ずると同時にこれに起因して発生する過大な圧力が筒先で一気に緩和される際、空気分もあわせて外部へ多く逸散していることが考えられる。フローは明確な傾向はみられなかったが、最大7cmの変動が認められた。

図-4は空気量と耐久性指数（DF）の関係である。コンクリート標準示方書施工編によると、部材（厚さ20cm以上）露出面が飽和状態かつ凍結融解が繰返される地域に曝される場合はDF70以上が要求される。圧送前のベースコンクリートは70を上回ったが、圧送後は12%で70を下回った。これは、圧送後の空気逸散で必要な空気量が確保されなかったためと考えられ、圧送後空気量は7%以上、フロー45cm以上（図-5）の確保が望ましいと言える。13%と15%は70前後とボーダーライン上だが、基本的に空気量を確保することで耐凍害性が得られるのではないかと考える。

図-6、7に圧送後のフローと圧縮強度および実質吐出量の関係を示す。フローが減少すると圧縮強度は増加する傾向がみられたものの、実質吐出量は目標値の30

%まで落ち込んだ。圧縮強度の増加要因は、骨材の圧力吸水によってマトリックスに存在する余剰水分が減少したためと考えられるが、施工性および耐凍害性の観点から、圧送後のフローは45cm以上を確保することが望ましいことから、懸念される耐力の低下を補う対策を別途検討する必要があると考える。これに関しては今後の課題としたい。

4. おわりに

本報の範囲では、耐凍害性と施工性を確保するには(1)吸水率13~15%(2)圧送後空気量7%以上(3)圧送後フロー45cm以上に設定することが望ましいことがわかったが、耐力に関する課題が残った。今後は短繊維混入による耐力向上の検討、品質管理・吐出量高圧化・垂直配管時の圧送性など施工能力に関する検討を行う必要がある。最後に、太平洋マテリアル(株)と東邦コンサル(株)の皆様より貴重な御意見、多大な御協力を賜りましたことを付記します。

参考文献

- 1) 遠藤裕丈・田口史雄・竹本伸一：軽量コンクリートの寒冷地への適用性に関する検討，土木学会第57回年次学術講演会概要集，V-520，pp.1039-1040，2002.9
- 2) 遠藤裕丈・田口史雄・竹本伸一・松井敏二：頁岩系軽量骨材の吸水率が軽量コンクリートの耐久性および物性に及ぼす影響，土木学会第58回年次学術講演会概要集，V-538，pp.1175-1176，2003.9

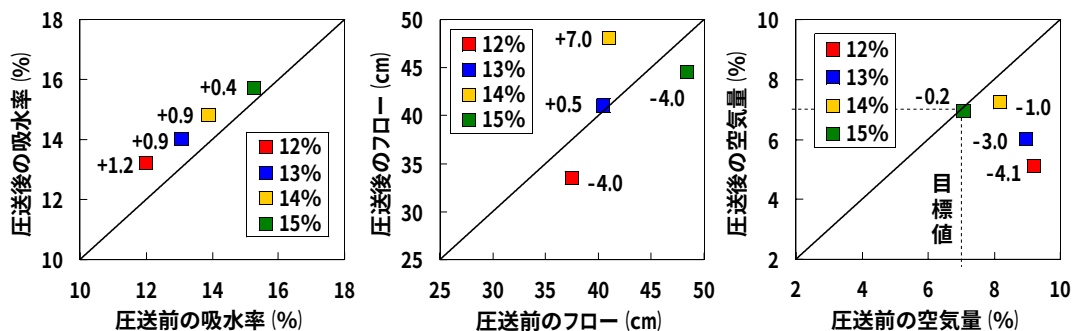


図-3 圧送前後の吸水率、フロー、空気量の関係（数字は圧送後の増減値）

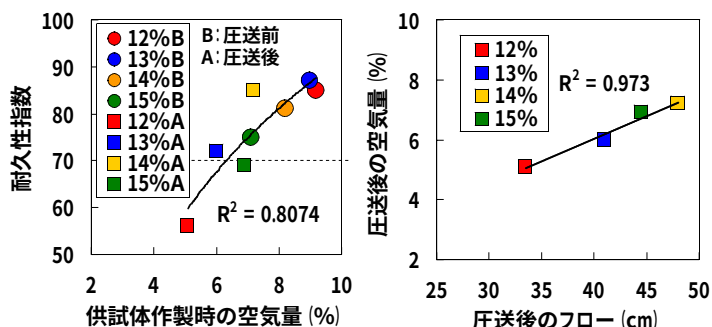


図-4 空気量と耐久性指数

図-5 フローと空気量

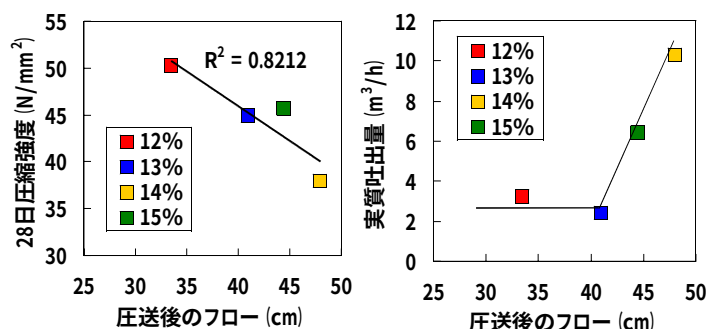


図-6 フローと強度

図-7 フローと実質吐出量