

PVA短繊維混入軽量コンクリートのポンプ圧送性と耐凍害性

(独)土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○中村 拓郎 遠藤 裕丈 田口 史雄
室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介

1. はじめに

橋梁上部工等に軽量コンクリートを適用した場合、死荷重の軽減が可能となり、下部工の断面縮小等による経済効果や慣性力軽減による耐震性向上効果が期待される。また、ポリビニルアルコール(以下、PVA)短繊維を混入することで、軽量コンクリートのせん断耐力等が一般的なコンクリートと同等以上になることも確認されている¹⁾。一方、現場でのコンクリート打設にはポンプ圧送が広く利用されているが、PVA短繊維混入軽量コンクリートのポンプ圧送性は十分に明らかにされていない。PVA短繊維混入軽量コンクリートをポンプ圧送する場合、軽量骨材の事前吸水や圧送中の加圧吸水による耐凍害性の低下や、PVA短繊維の混入によって流動性が阻害されることによるポンパビリティの低下が懸念される。特に、寒冷地で使用する際には圧送後のコンクリートが十分な耐凍害性を有している必要がある。本研究では、PVA短繊維混入軽量コンクリートの寒冷地での実用化に向けて、そのポンプ圧送性と圧送前後のコンクリート品質を検証する。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

コンクリートの配合は表-1に示す3水準とした。使用材料として、セメントには早強ポルトランドセメント(C、密度:3.14g/cm³)、混和材

表-1. コンクリートの配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					AE (C×%)	SP (C×%)	V (W×%)
			W	C	BS	S	LA			
C435	34.5	54.9	150	435	30	920	350	0.010	1.25	-
C460	32.5	54.3	150	462	30	899	350	0.011	1.10	-
C435V	34.5	54.9	150	435	30	920	350	0.016 (0.240)	1.40 (1.25)	0.05

※ C435Vの()の値は、表-2 実験ケース4,5,6時の添加量

には高炉スラグ微粉末(BS、密度:2.91g/cm³、粉末度:4000cm²/g)、細骨材には苫小牧産陸砂(S、密度:2.67g/cm³)、粗骨材には頁岩系非造粒型軽量骨材(LA、密度:1.25g/cm³、最大寸法:15mm)を用いた。混和剤は、AE剤(AE、主成分:天然樹脂酸塩)と高性能AE減水剤(SP、主成分:ポリカルボン酸エーテル系化合物と分子内架橋ポリマーの複合体)、高流動コンクリート用増粘剤(V、主成分:水溶性セルロースエーテル)とした。PVA短繊維(密度:1.3g/cm³、直径:0.66mm、長さ:30mm)は単位体積当たりで0.5%混入した。なお、軽量コンクリートをポンプ圧送する際には、事前吸水によって軽量骨材の吸水率を25%以上²⁾として使用することとされているが、本研究では耐凍害性への影響を考慮して³⁾、軽量骨材の吸水率を16~17%とした。

2.2 ポンプ圧送実験

コンクリートは生コン工場内のプラントで練混ぜ、アジテータ車でヤードへ運搬(運搬時間:10分程度)した。ポンプ圧送には、スクイズ駆動式ポンプ車、5A圧送配管(配管径:125mm)を使用し、圧送配管の根元と中間部で管内圧力を測定した(図-1)。圧送実験ケース一覧を表-2にまとめる。実験ケース1~3では、コンクリートの配合による影響を、実験ケース4~6では目標吐出量を10、20、30m³/hと調整して吐出量の違いによる影響を検討する。それぞれの実験ケースにおいてポンプ圧送によるコンクリート品質の変化を確認するために、空気量、スランプフロー、軽量骨材の吸水率、圧縮強度を測定した。また、耐凍害性を検証するために、JIS A 1148 A法に準拠して凍結融解試験を行った。

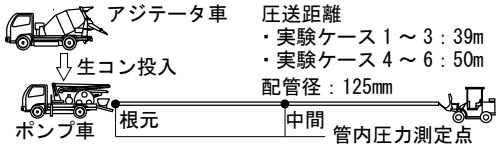


図-1 ポンプ圧送実験概要

表-2. 圧送実験ケース一覧

実験ケース	配合名	圧送距離 (m)	設定吐出量 (m ³ /h)	実施時期
1	C435	39	20	冬期
2	C460	39	20	冬期
3	C435V	39	20	冬期
4	C435V	50	10	夏期
5	C435V	50	20	夏期
6	C435V	50	30	夏期

3. 実験結果

本研究で実施した全6ケースのポンプ圧送において、材料分離や配管閉塞は認められなかった。ただし、図-2

キーワード PVA短繊維、軽量コンクリート、ポンプ圧送性、耐凍害性

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 Tel 011-841-1719

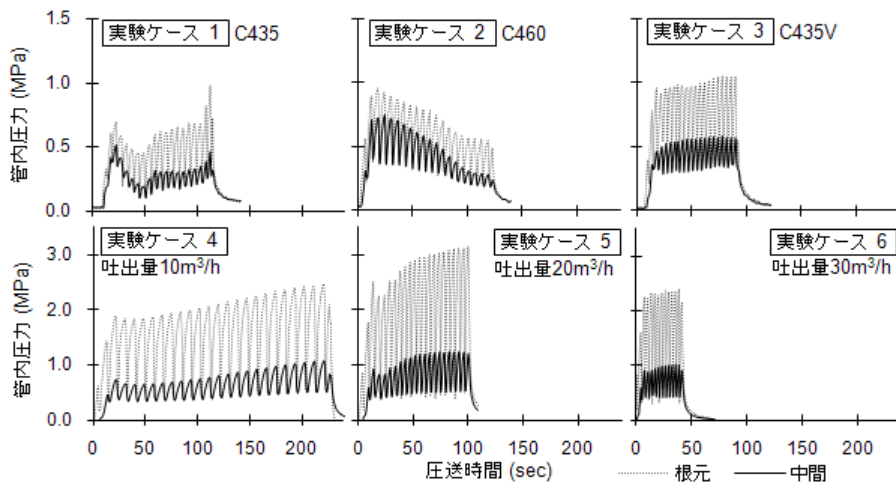


図-2 ポンプ圧送時の管内圧力の経時変化

に示すように、実験ケース 1~2 では、ポンプ圧送初期に配管根元と中間の圧力差が小さくなることや圧送時間の経過にともなった管内圧力の減少が認められた。その一方で、実験ケース 3~6 では、圧送距離や吐出量の違いによらず管内圧力は概ね安定しており、増粘剤の混入によって PVA 短繊維混入軽量コンクリートのポンプ圧送性が改善されることが明らかになった。

ポンプ圧送前後の空気量、スランブフローをそれぞれ図-3, 4 に示す。空気量の変化は $\pm 1\%$ 程度、スランブフローはポンプ圧送後にやや減少する傾向にあり、最大 100mm 程度のフローの減少が認められた。圧縮強度試験結果を図-5 に示す。すべての実験ケースにおいて圧縮強度は若材齢(材齢 4 日)でも 30N/mm^2 以上、材齢 28 日で 40N/mm^2 以上となっており、ポンプ圧送前後や吐出量の違いによる圧縮強度の顕著な違いは認められなかった。次に、凍結融解試験結果の一例を図-6 に示す。凍結融解サイクル数の増加にともなって相対動弾性係数の緩やかな低下や質量減少率の増加が認められた。しかしながら、凍結融解 300 サイクル終了時でも土木学会コンクリート標準示方書[設計編]に定められている凍害に関するコンクリート構造物の性能を満足するための凍結融解試験における相対動弾性係数の最小限界値である 85%以上を確保していた。なお、耐凍害性に影響すると危惧されていた軽量骨材の吸水率もポンプ圧送前後で $0\sim+0.3\%$ と微小な変化であり、顕著な加圧吸水は認められなかった。

4. 結論

PVA 短繊維混入軽量コンクリートは使用材料や配合を工夫することで、良好な品質を確保したポンプ圧送が可能であり、寒冷地においてポンプ圧送を要する構造物に適用できることが確認された。

参考文献

- 1) 例えば、田口史雄、栗橋祐介、岸 徳光、三上 浩：ポンプ圧送した PVA 短繊維混入軽量コンクリートを用いた RC 梁の耐荷性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.1，pp.315-320，2008.7
- 2) (社)土木学会：コンクリートのポンプ施工指針[平成 12 年版]，コンクリートライブラリー100，pp.52-54，2000.2
- 3) 遠藤裕丈，田口史雄，竹本伸一，松井敏二：頁岩系非造粒型軽量骨材を用いたコンクリートのポンプ圧送性と耐凍害性，土木学会第 60 回年次学術講演会，pp.727-728，2005.9

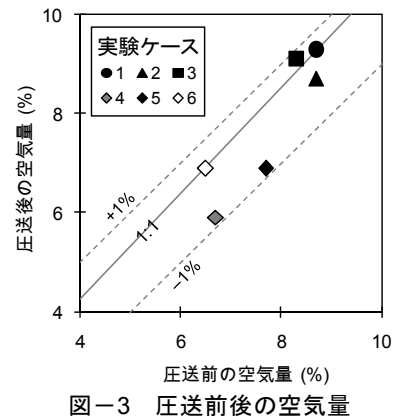


図-3 圧送前後の空気量

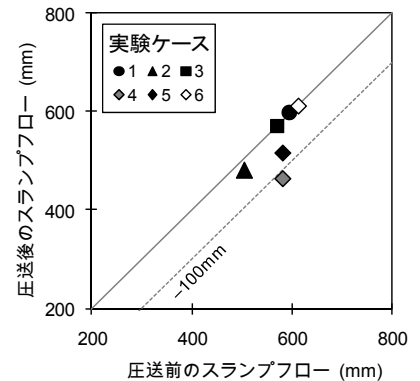


図-4 圧送前後のスランブフロー

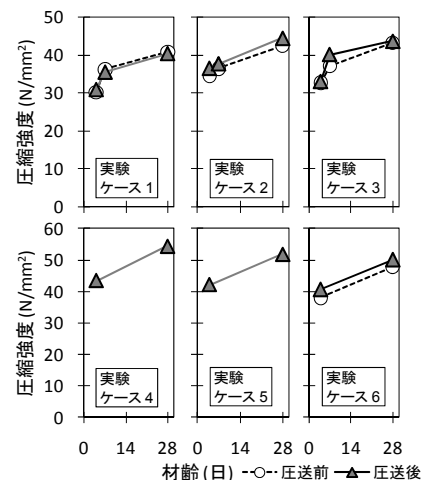


図-5 圧送前後の圧縮強度

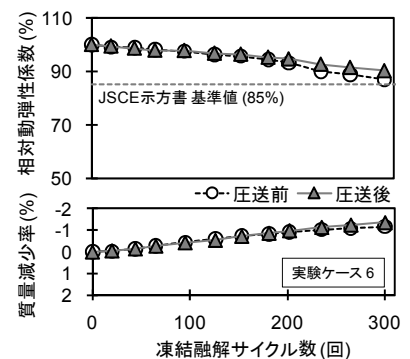


図-6 圧送前後の耐凍害性の一例