

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

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)北海道本店

正会員 竹本 伸一 松井 敏二

1. はじめに

軽量骨材を用いたコンクリートは、構造物の軽量化に寄与し、部材の小断面化や基礎の小規模化などに伴う建設費の縮減や、地震時の慣性力軽減が期待される。特に近年は、既設の橋梁において上部工の補強などの検討が行われる際、既設の橋脚や基礎を活用する事例も多く、死荷重の軽減に有効な軽量コンクリートの適用拡充が望まれている。従来から広く用いられる頁岩系非造粒型軽量骨材は、ポンプ圧送性を確保するためのプレウェットングによる耐凍害性の低下が懸念されることから、北海道など寒冷地の土木構造物での適用は少ない状況であった。このため、耐凍害性が確保する軽量コンクリートの施工技術確立が求められてきた。

頁岩系非造粒型軽量骨材をプレウェットングさせると吸水率は30%程度まで上昇するが、耐凍害性を満足する吸水率の上限が10～20%領域に存在する既往の成果¹⁾を踏まえ、前報²⁾では吸水率を10～15%に抑え、6inch管を用いたポンプ圧送実験を行い、施工性と耐凍害性について報告した。本報では、広く適用される5inch管を使用した際の実験結果について報告する。

2. 試験概要

表-1に配合を示す。ポンプ圧送は13ケース行った。圧送前のスランブフローは前報²⁾の結果を踏まえ、より高い流動性を確保する観点から600mm以上、圧送前の空気量は耐凍害性を考慮して $9 \pm 1\%$ 、圧縮強度は 40N/mm^2 以上を目安とした。実験は3シリーズに分けて行った。各シリーズの試験経緯を以下に記述する。シリーズ1は実験室での配合試験をもとに決めた当初計画である。これについては後述する実験で良好な圧送性は得たものの、圧送後の圧縮強度は目標値を下回った。このため、シリーズ2(セメントとスラグ増量、骨材量減量)とシリーズ3(混和剤変更)を新たに追加した。骨材吸水率は上限の15%でも概ね良好な結果が得られた前報²⁾を踏まえ、全ケース15%を目標値とした。吸水率は図-1に示すように水槽への浸漬日数で管理し、JIS-A-1110により確認している。図-2は配管状況である。圧送は水平距離で約40m、管径は5inch、吐出量は $10\text{m}^3/\text{h}$ に設定した。ポンプ車はスクイズ駆動の実機を用い、プラントからポンプ車までのコンクリート運搬にはアジテータトラックを用いた。運搬時間は20分(運搬5分、待機15分)である。

試験は、圧送性状の把握とフレッシュコンクリート試験は全ケース(1～13)実施した。圧縮強度と凍結融解(JIS-A-1148)試験は、シリーズ3は全ケース行ったが、シリーズ1では圧送性、シリーズ2では圧送性と強度に主眼を置いていた関係上、強度試験はケース4、6～9、凍結融解試験はケース7、8でのみ実施している。

3. 試験結果・考察

図-3は圧送前のスランブフローと実吐出量の関係である。図には、予備実験のデータ(閉塞)も併記した。本研究においては、目標吐出

表-1 コンクリート配合表

シリーズ	ケース	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					高性能AE (p×%)	
			W	P		S	G		
				C	スラグ				
1	1	32.8	150	457	40	681	420	1.75	-
	2							2.00	
	3								
	4								
2	5	31.4	150	477	40	718	400	1.80	-
	6	32.8			60	716		1.65	
	7			40	734	1.60			
	8			60	716	1.55			
	9								
3	10	32.8	150	457	60	716	400	1.40	-
	11	31.4	150	477	80	699		1.35	
	12				60	699		1.30	
	13				80	683			

ポリカルボン酸エーテル系の化合物
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

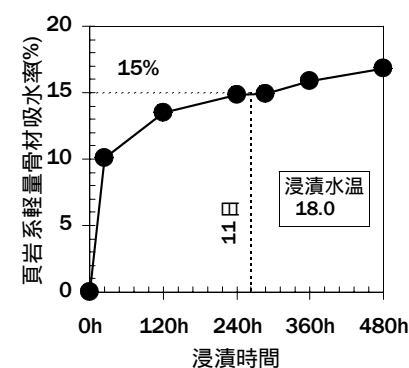


図-1 骨材吸水曲線



図-2 ポンプ配管状況

キーワード 軽量コンクリート, 頁岩, 吸水率, 耐凍害性, ポンプパビリティ

〒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

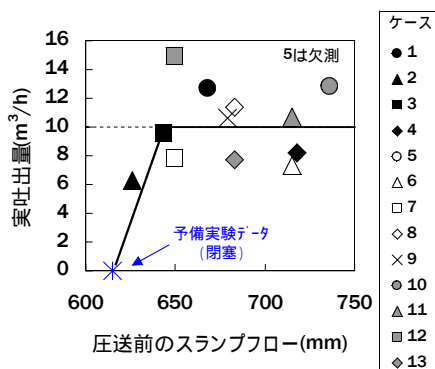


図-3 スランブフローと実吐出量

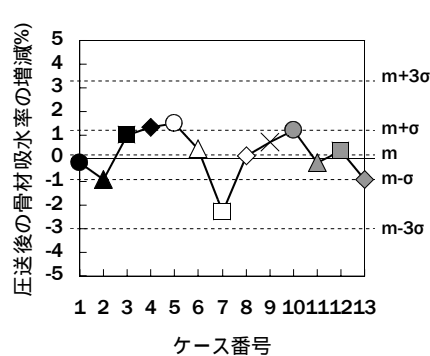


図-4 圧送による骨材吸水率の変動

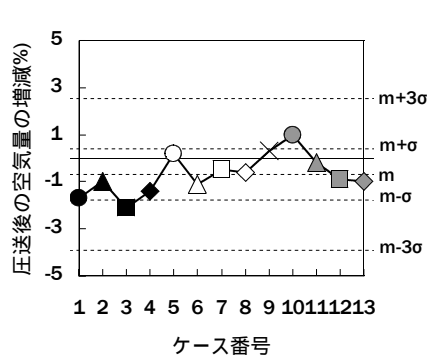


図-5 圧送による空気量の変動

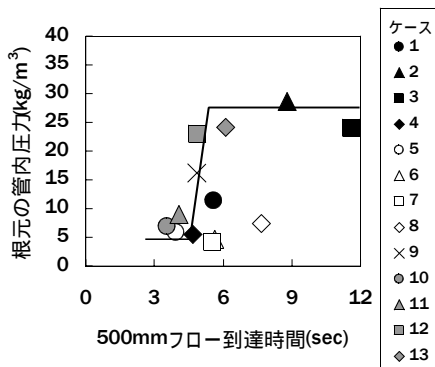


図-6 500mmフロー到達時間と管内圧力

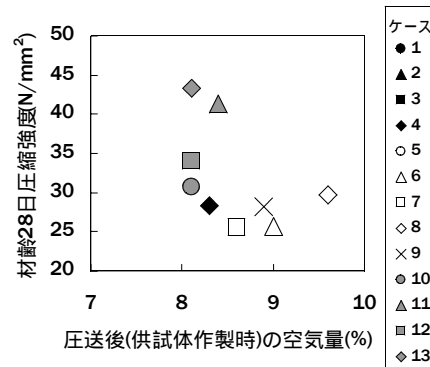


図-7 空気量と圧縮強度

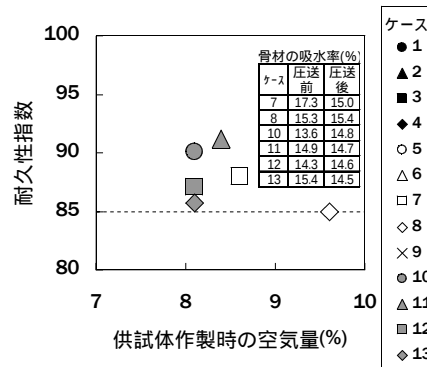


図-8 空気量と耐久性指数

量の $10\text{m}^3/\text{h}$ を得るには、圧送前のスランブフローは 650mm 以上要求される結果が得られた。図-4, 5は、圧送による骨材吸水率および空気量の変動である。変動の程度は概ね安定していた。増減傾向は、骨材の吸水率は若干プラス側に平均値(m)が示された。一方、空気量は全体的に減少している。実験では排出されたコンクリートの表面で空気泡が消失していく様子が観察されたことから、管内圧力から解放されたコンクリートからの空气の逸散が要因と思われるが、図-4の骨材に水分が押し込まれている傾向(ケース3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12)から考えると、圧送中、空气が骨材に押し込まれた可能性も推測される。図-6は圧送前に測定した 500mm フロー到達時間(JIS-A-1150)と管内圧力(根元)の関係である。フロー 650mm 以上確保を前提とすると、到達時間が短くなると管内圧力は大きく低減する関係が明瞭に示された。このことから、 500mm フロー到達時間は圧送可否を判定する目安として有用と思われる。

図-7, 8は空気量と圧縮強度および耐久性指数の関係である。高強度・高流動なコンクリートに対し有効とされる「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」を主成分とした高性能AE減水剤使用とスラグ増量の併用ケースで $30\sim 40\text{N}/\text{mm}^2$ 確保された。室内実験ではケース4, 6～9は $40\text{N}/\text{mm}^2$ 以上であったことから、圧送後の圧縮強度は、圧送時の性状ロスの抑制の度合すなわち性状の保持程度に左右されるものと思われる。今回の結果に関しては、混和剤とスラグとの調整効果が圧送時の性状ロス抑制をもたらしたと考えている。耐久性指数は、コンクリート標準示方書施工編に記されている厚さ 20cm 以下の部材に要求される標準値(85)を越える値であった。

4. おわりに

本研究で、圧送性、強度、耐凍害性を満足する配合はケース11であった。今後は力学性能を向上させるため、短繊維など他の材料との複合化技術の検討を行う予定である。最後に、実験にご協力頂いた太平洋マテリアル(株)茂庭孝司氏、太平洋セメント(株)石川雄康氏・羽根井誉久氏、東邦コンサルタント(株)の関係各位に対し、謝意を表します。

参考文献

- 1) 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，第58回土木学会年次学術講演会講演概要集，2003.9
- 2) 遠藤裕丈・田口史雄・竹本伸一・松井敏二：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，第59回土木学会年次学術講演会講演概要集，2004.9