

第Ⅴ部門

高流動コンクリートのポンプ圧送による品質変化に関する現場計測

摂南大学大学院 学生員 ○小平 伸彦 摂南大学工学部 正会員 熊野 知司
 国土交通省 大西 隆雄 国土交通省 水口 直仁
 清水建設 正会員 丸山 敏男 清水建設 正会員 西岡 真帆

1. はじめに 近年，高流動コンクリートは，コンクリート構造物の施工の省力化および耐久性の向上等を目的として使用されている．自己充填性を有する高流動コンクリートは高性能であるが故に施工に際しては時間の経過やポンプ圧送に伴う，性状の変化を十分に把握し，予測した上で計画をたてることが求められる．

以上のような観点から，コンクリートのポンプ圧送前後における性状変化の予測につなげるための基礎的データを収集することを目的に施工現場における現場計測を実施した．なお，現場計測は国土交通省の実海域等実験場提供システムの制度により大阪港夢洲トンネル5号函製作工事において行った．

2. 計測概要 表-1に高流動コンクリートの示方配合を，表-2に使用材料の一覧を表-3にポンプ車の仕様を示す．

表-1 示方配合

W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							混和剤	
			W	C	LP	S1 川砂	S2 砕砂	G	合計	SP (C+LP)%	増粘剤 (W*%)
55.0	2.0	49.7	175	318	281	534	229	786	2323	1.55 ~ 1.625	0.175

表-2 使用材料

材料名	記号	物性等
高炉セメントB種	C	密度=3.04 g/cm ³
石灰石微粉末	LP	密度=2.70 g/cm ³
川砂	S ₁	表乾密度=2.60 g/cm ³ ，絶対乾密度=25.7 g/cm ³ 吸水率=1.25%，粗粒率=2.66
砕砂	S ₂	表乾密度=2.62 g/cm ³ ，絶対乾密度=25.9 g/cm ³ 吸水率=1.64%，粗粒率=2.92
碎石	G	密度=2.62 g/cm ³ ，実績率=59.3%， 吸水率=0.96%
高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系
増粘剤	VA	バイオポリマー系

表-3 ポンプ車の仕様

型式		極東PY21-60	極東PY120-36
性能	最大吐出量 (吐出量×吐出圧力)	標準圧送 100m ³ /h×5.4MPa	標準圧送 135m ³ /h×4.6MPa
	輸送管径	125A	125A
ポンプ 本体	コンクリートシリンダ数	2	2
	シリンダ径×最大ストローク	Φ225×1650mm	Φ225×2100mm
ブーム	ブーム型式	全油圧二段屈折式	全油圧四段屈折式
	最大長さ	25.8m	32.1m
	使用輸送管径	125A	125A

本計測においてポンプ吐出圧力はポンプ車本体の主油圧を測定し，これに換算係数を乗じることで求めた．コンクリートの吐出量 (m³/h) はシリンダ容積と1分間のストローク回数から算出した．コンクリート試料は，トラックアジテータから採取した試料を圧送前試料とし，ポンプ車から圧送され筒先で採取した試料を圧送後試料として測定を行った．

コンクリートのスランブフローおよび空気量試験はB法により測定を行った．V漏斗試験は，2回測定を行い2回目の測定値を実験値として採用した．単位水量はエアメータを用いた土研法により測定した．モルタル試料は，コンクリートを5mmふるいでウェットスクリーニングすることにより採取し，塑性粘度はB8U形粘度計を用いて測定した．

3. 計測結果 図-1にポンプ吐出圧力とコンクリート吐出量との関係の一例を示す．図より，吐出圧力とコンクリートの吐出量との関係において標準的なポンプ圧送能力の範囲で施工されていたといえる．

図-2に圧送前後におけるコンクリートのスランブフローの比較を示す．図より，45度線をはさみ値がプロットされている．このことから，

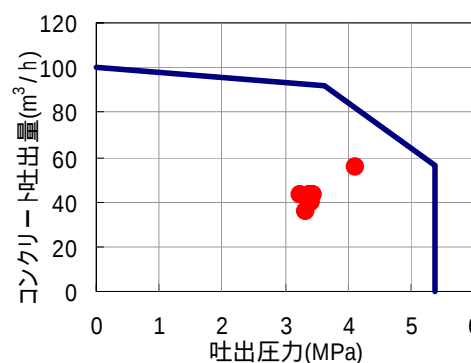


図-1 ポンプ吐出圧力と吐出量の関係

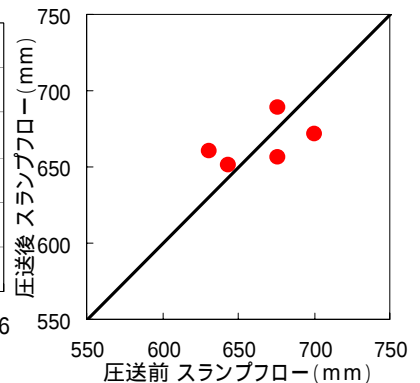


図-2 圧送前後におけるスランブフローの比較

スランブフローが増加する場合と減少する場合があります，圧送前後で一貫した変化の傾向がみられなかった．

図 - 3 に圧送前後における V 漏斗流下時間の比較を示す．図より 45 度の線よりも下側に値がプロットされており，本計測では圧送後の方が圧送前に比べて流下時間が減少するという明確な傾向がみられた．このことは，ポンプ圧送による流動性状の変化に関する既往の研究^{1), 2)}と一致する．

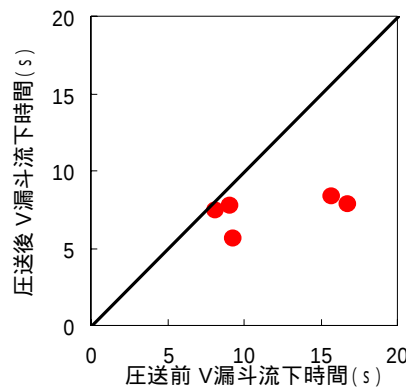


図 - 3 圧送前後における V 漏斗流下時間の比較

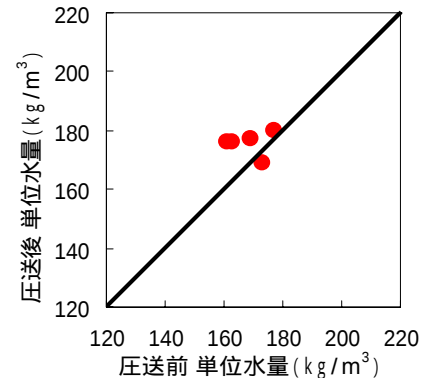


図 - 4 コンクリートの単位水量の比較

図 - 4 に圧送前後におけるコンクリートの単位水量の比較を示す．圧送による変化の傾向は明確ではないが，今回の配合では単位水量が 175kg/m^3 であり，エアメータを用いた場合の誤差の範囲³⁾が $\pm 5\%$ 程度であるということを考慮に入ると，ポンプ圧送前後における単位水量の変化は概ねないと推察される．

図 - 5 に圧送前後におけるモルタルの単位水量の比較を示す．モルタルに換算した場合の単位水量の設計値は 250kg/m^3 であるが，図より測定結果はほぼ 250kg/m^3 となったことから，単位水量に圧送前後での変化はないと判断できる．以上のように，コンクリート，モルタルどちらの場合においても単位水量に変化がないことから今回の施工においてポンプ圧送にともなう加圧脱水等の現象は発生していないと考えられる．

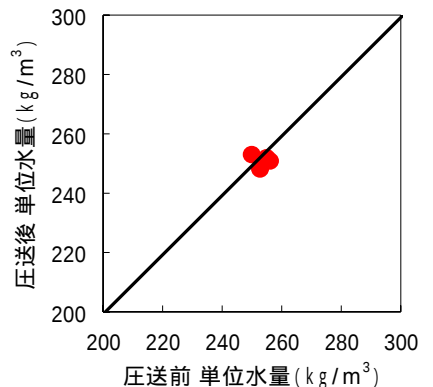


図 - 5 モルタルの単位水量の比較

図 - 6 にモルタルの流動曲線の一例を示す．図より圧送前の流動曲線は比較的直線に近い形状となっている．一方，圧送後の流動曲線は，せん断ひずみ速度が $3/\text{s}$ 程度までは，圧送前と同程度のせん断応力であるが， $6/\text{s} \sim 14/\text{s}$ では圧送前と比べせん断応力が小さくなり，流動曲線全体では下に凸なチキソトロピックな性状を示すことがわかる．この圧送前後の流動曲線の変化と V 漏斗流下時間の圧送後の減少の傾向とに関係があると推察される．

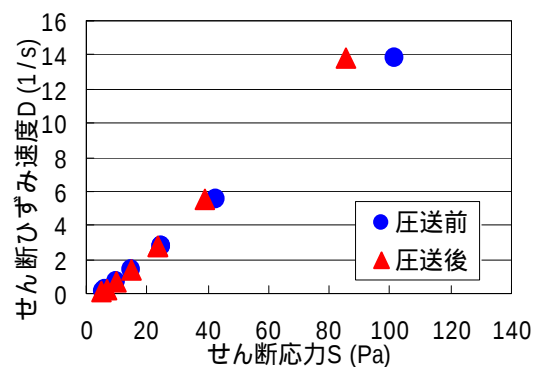


図 - 6 流動曲線の一例

4. おわりに 今回の現場計測ではコンクリート，モルタルともに圧送前後で単位水量に変化はみられなかった．このことから，ポンプ圧送にともなう加圧脱水等の現象は発生していないと考えられた．一方，圧送後に V 漏斗流下時間は減少した．モルタルの流動曲線は，圧送後に下に凸となる傾向を示し，ポンプ圧送することによりチキソトロピーが増大するような変化が生じた．このことから圧送前後の流動曲線の変化と V 漏斗流下時間の減少との間に関係があると推察された．

<参考文献>

- 1) 谷口秀明，増田和機，牛島栄：高流動コンクリートのポンプ圧送による品質変化に関する研究，コンクリート工学論文集，第 9 巻第 1 号，pp.71-85，1998.1
- 2) 竹田宣典，十河茂幸，青木茂，平田隆祥：高流動コンクリートのポンプ圧送性に関する一考察，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.16，No.1，pp.231-236，1994.1
- 3) 片平博：フレッシュコンクリートの単位水量，コンクリート工学，Vol.39，No.5，