

再強コンクリート圧送実験 計画書（案）

AIJ 材料施工部会 ポンプ工法 WG

1. まえがき

本書は、2024年1月29日に開催したポンプ工法WGの議論を反映して、再強コンクリートの圧送実験に関する計画（案）を示すものである。

2. 実験の目的

本実験の目的は、以下のとおりである（大阪広域協組からの情報による）。

- ① 普通骨材（バージン骨材）を使用したコンクリートと再強コンクリートの圧送性の違いを確認する。
- ② 再強コンクリートの調合違い（W/C、スランプ）の圧送性を確認する。
- ③ 再強コンクリートの再生骨材置換率を変えた圧送性を確認する（普通コンクリートとの比較を含む）。

3. 実験計画

3.1 実験の概要

実験の概要および場所を表3.1、図3.1に示す。コンクリートの製造会社は関西宇部 堺工場とする。

表3.1 実験の概要

主 催	大阪広域生コンクリート協同組合 大阪兵庫生コンクリート工業組合 日本建築学会近畿支部 材料施工部会ポンプ工法 WG 近畿生コンクリート圧送協同組合	
場 所	(株)関西宇部 堺工場	堺市西区石津西町 15-2 (南海本線石津川駅徒歩 18 分)
プラント	(株)関西宇部 堺工場 (072)241-0461	
2/26(月)	配管作業・圧力計設置 (午後に配管、計測の準備をしておく)	
2/27(火)	圧送実験	



図3.1 実験場所

3.2 配管計画

関西宇部堺工場の敷地図（Google マップによる航空写真）を図3.2に、配管計画を図3.3に示す。

実験に用いるコンクリートポンプは、表3.2に示す性能のピストン式ブーム付ポンプ(型式 PY115-26(8B仕様)とし、圧送距離を65m程度とする（**テーパ管前のT字管およびストップバルブを設置することを考慮しておく**）。ただし、現在の敷地の状況に応じてポンプ車や生コン車の配置、配管を現地で変更することがある。

圧送されたコンクリートは、配管の先端から排出用ポンプ（原則として圧送用ポンプと同機種程度の能力があるポンプ）に投入し、廃棄運搬用生コン車に投入することとする。また、輸送管の接続には125A管ではM型ジョイントを、100A管ではS型ジョイントを用いることとする。配管作業は2024年2月26日(月)午後から行う。

表3.2 コンクリートポンプの性能(後日修正・追記)

型式	極東 PY115-26	
方式	ピストン式(8B仕様)	
最大吐出圧力	高圧モード	7.8MPa
	標準モード	5.6MPa
シリンダ径	φ205×1650mm	
ホッパ容量	500L	
配管径	125mm	



図3.2 関西宇部 堺工場敷地(240127 提供写真。ポンプ車配置や配管計画は図3.3)

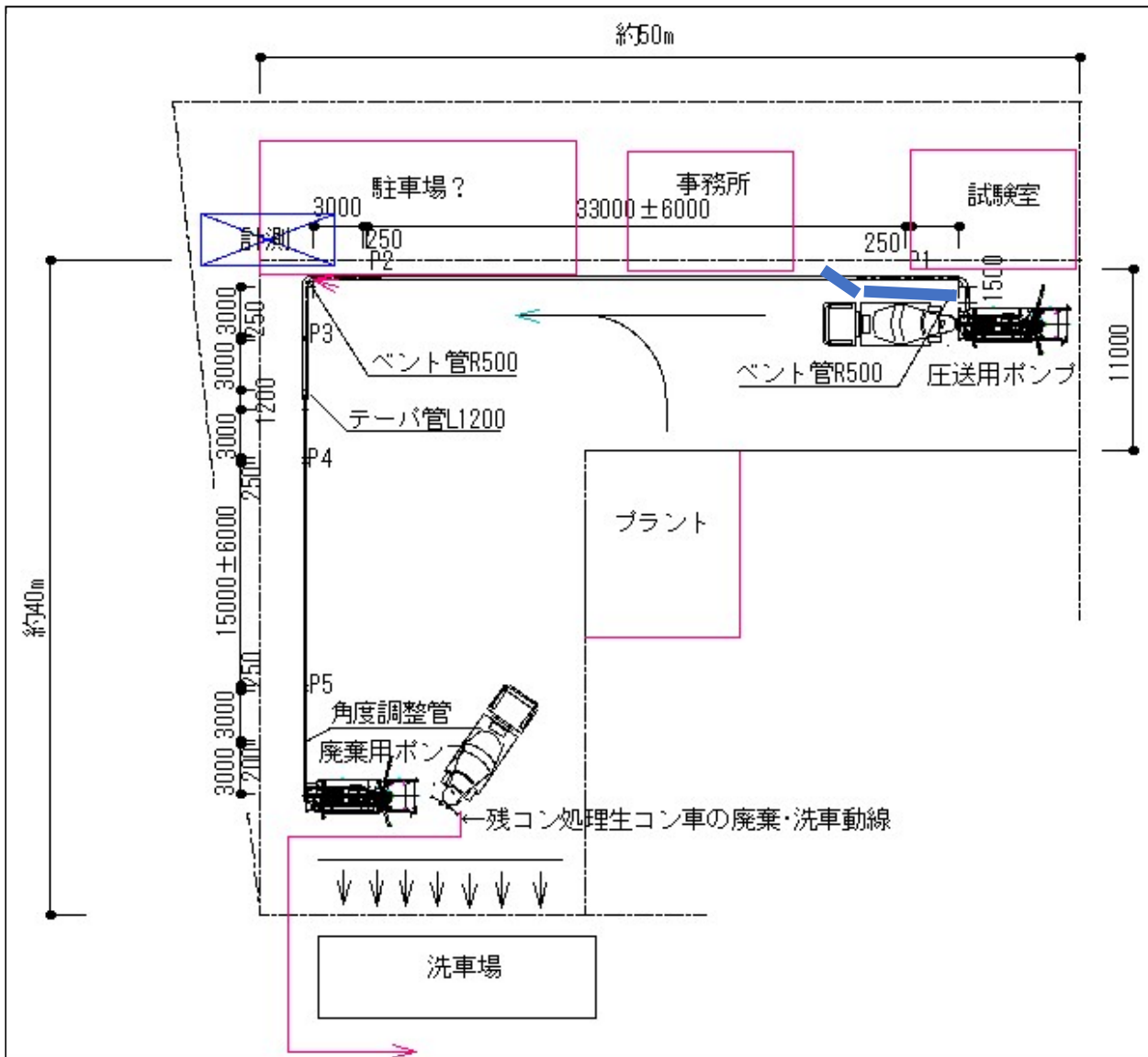


図3.3 配管計画(案)

【注意事項】

- 残コン処理場へ生コン車がバックで進入できるように通路を確保すること（赤線部）。
- プラントから生コン車が出ることができるように、できるだけ事務所近傍に配管すること。出入口付近の養生を行うこと。
- 試験室前の洗い場が配管に差し掛かる場合は、図の青線のように、クランクして配管する。
- 駐車場に車両が進入できるように配管を養生すること。計測管の位置は養生せずに、カラーコーンを設置すること。
- 荷降し試料や筒先試料を運搬する際にできるだけ配管を跨がないように、圧送用生コン車前面に迂回して試験室に入ること。
- 他の大型車両の動線に邪魔にならないように配管すること。

3.3 使用材料および調合

使用材料を**表3.3**に示す。

240129 現在、大阪広域協組に、再生骨材の産地、表乾密度、吸水率、実積率などの物性値、ならびに細骨材、粗骨材の産地、物性値を問合せ中である。

表3.3 使用材料(問い合わせ中)

セメント	C：普通ポルトランドセメント 宇部三菱セメント 株式会社製 密度__g/cm ³
水	W：工業用水および上澄水
細骨材	S1：砕砂 兵庫県赤穂市西有年産 表乾密度 2.58g/cm ³ 、粗粒率 2.75 S2：砕砂 G3：再生細骨材（リサイクル骨材）
粗骨材	G1：砕石 2005 兵庫県赤穂市西有年産 表乾密度 2.60g/cm ³ 、実積率 58.0% G2：砕石 2010 兵庫県赤穂市西有年産 表乾密度 2.60g/cm ³ 、実積率 58.0% G3：再生粗骨材（リサイクル骨材）
混和剤	ad1：高性能 AE 減水剤 標準形 (株)竹本油脂__製？ 商品名____ ad2：AE 減水剤 標準形(高機能タイプ) 同上 商品名____

注)材料、物性値は不明（今後更新予定）

計画調合を**表3.4**に示す。同表に示した調合で以下の内容を比較する計画とする。

実験目的	実験番号
1)再強コンクリートの骨材置換率の違い	①-②-③-④
2)再強コンクリートの WC の違い	②-⑦
3)再強コンクリートのスランプの違い	②-⑤-⑥

表3.4 コンクリートの計画調合

実験記号*1	W/C (%)	SL (cm)	置換率*2		s/a (%)	単位量(kg/m ³)									混和剤*3		備考
			S	G		W	C	S1	S2	S3	G1	G2	G3	ad1	ad2		
先送りモルタル*4	52				—	290	550	691	666	—	—	—	—	—	—		550mor
①普通 241800	57	18	0	0		180	316								●		
②再強 241830	57	18	0	30		180	316								●		
③再強 241850	57	18	0	50		180	316								●		
④再強 241800	57	18	0	100		180	316								●		
⑤再強 241530	57	15	0	30		175	307								●		
⑥再強 241230	57	12	0	30		175	307									●	
⑦再強 181830	68	18	0	30		190	279									●	

*1 実験記号の凡例：番号-呼び強度-スランブ-粗骨材置換率

*2 置換率：骨材量（質量 or 容積？）に対するリサイクル骨材量の割合(単位：%)

*3 混和剤量 単位 kg/m³

*4 2023 圧送実験((株)サンコーによる値)を仮に記述してある。

3.4 圧送計画

コンクリートの圧送順序を表3.5に示す。製造時間は概ね45分ごとに1種類（1台）とし、当日の実験の進捗状況（残コン処理を行う車が工場に戻るタイミングを含む）に合わせて調整する。生コン車に積載するコンクリート量は4.0m³とする。なお、配管内のコンクリートの入替えに必要なコンクリート量は、約1.0m³（1500直管からの量0.80m³）である。

圧送に先立ち、C=550モルタルを0.5m³先送りし、さらに配管内をコンクリートで充填することを目的として実験記号①のコンクリート1.25m³（25ストローク）送る。これは、輸送管先端まで余裕を持ってコンクリートを満たしておくことを目的としたものである。

表3.5 コンクリートの圧送順序

	練混ぜ時刻	圧送時刻	実験記号	呼び強度 など	試料採取時刻		備考
					圧送前	圧送後	
1日目 (8/3)	8:20	8:30	—	C550	—	—	先送りモルタル 0.5m ³
	8:30	9:00	①		8:50	9:10	
	9:15	9:45	②		9:35	9:55	
	10:00	10:30	③		10:20	10:40	
	10:45	11:15	④		11:05	11:25	
	11:25	11:55	⑤		11:45	12:05	
			—		—	—	
	12:45	13:15	⑥		13:05	13:25	
	13:30	14:00	⑦		13:50	14:10	
	13:15	14:45	予備		14:35	14:55	
		—	水	—	—	水送り	

実験のフローを図3.4に示す。試験室において出荷時の品質を確認するための試料を採取した後、実験場に輸送する。生コン車が到着し、フレッシュコンクリート試験用試料を採取した後に圧送を行う。圧送開始時刻は、原則として練混ぜ30分後とする。

圧送の要領は、以下のとおりとする。

- ① ポンプ車にコンクリートを投入し、25ストローク（約1.25m³）の圧送を行い、配管内のコンクリートを入れ替え、一旦停止する。
- ③ 管内圧力計測準備ができていることを確認して、圧送を開始する。
- ④ 最初は15~20m³/h程度の圧送速度（最小限の低速）とし、安定した圧送が行われることを確認した後に徐々に圧送速度を早くする。同一圧送速度で圧送するストローク数は、7ストローク程度とする。
- ⑤ 4~5段階で最高速度に達した後、徐々に速度を落として圧送する。
- ⑥ 生コン車からコンクリートが全量排出された時点で圧送を中断する。このとき、ホッパ内にコンクリートが満たされた状態としておく。
- ⑦ 圧送後の試料として2ストローク分の試料を採取する。**（筒先でT時間とバルブで配管を切替えて圧送することも検討（近圧協）**
- ⑧ テープ管内で閉塞し、圧送することが不可能な場合はテープ管前で配管を切断し、直に返送用生コン車にコンクリートを投入できるように、あらかじめT字管・バルブ等を用いて準備しておく。**（近圧協）**
- ⑨ **閉塞時や不慮の事態を想定し、ショベルローダーを手配しておき、その場合の残痕処理方法を検討しておくこと（広域協組・工場）。**

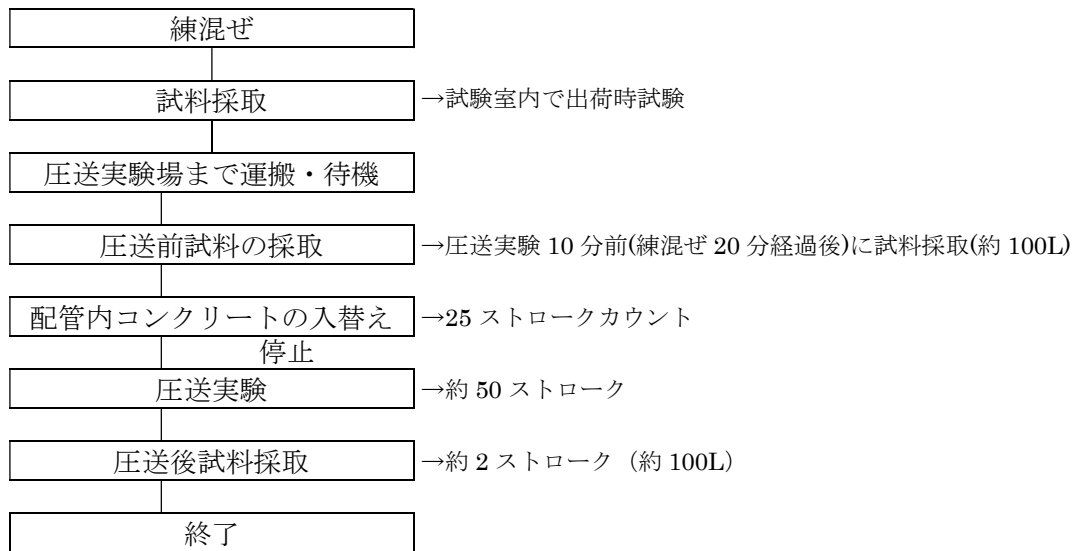


図3.4 実験フロー

■ 確認事項

- ・ 実験用運搬車、廃棄用備車 については、(株)関西宇部さん or 広域協組に必要台数をお願いする。なお、最終時刻等の時間的制約はないとのことである。

3.5 試験項目と試験方法

(1) フレッシュコンクリート試験

フレッシュコンクリートの試験項目、試験時期と試験方法を表3.6に示す。

L 形フロー試験、A ロート試験、加圧ブリーディング試験については、試験の必要性を検討して実施の有無を決定することとする。(仮にでも物理的に塑性粘度を数値として推定したいため、L 形フロー値を初速度とともに測定したい。⇒それ以外に塑性粘度を数値として把握できる方法がないため。⇒シミュレーション)。なお、試験の結果、以後の試験で実施不可能と判断された場合は、試験を省略することがある。

表3.6 試験項目、試験方法と試験時期

試験項目	試験方法	試験時期 ^{*1}				測定項目
		練直後	圧送前		圧送後	
スランプ	JIS A 1101	○	○		○	SL、SF
空気量	JIS A 1128	○	○		○	空気量
コンクリート温度	JIS A 1156	○	○		○	CT、
外気温	温度計による	○	○		○	気温
L 形フロー試験	JSCE-F 514		●		●	Lf、Lv ₅₋₁₀
A ロート試験	(②による)		●		●	流下時間、流下量
加圧ブリーディング	JSCE-F 502		●		—	
単位容積質量	エアメータの質量測定		○		○	—
単位水量の推定	高周波加熱乾燥法	○	—		—	—

●：今後の協議によって実施するかもしれない試験項目

なお、JIS で規格化されていない試験について、試験方法は以下のとおりとする。

- ① A ロート試験：試料を突固めを行わず 1 層で詰め、吐出口を解放してからコンクリートの流下が終わるまでの時間を測定する。流下が終わるときの判断は、ロートを上部から見て吐出口から下部が見えたときとする。なお、コンクリートが途中で閉塞した場合は、閉塞するまでの時間とロート上面からの下がり高さを測定する。ただし、下がり高さは、ロート中央部の下がり高さとする。試験は、土木用コンクリートではφ 100mm のロートについて行うこととするが、それ以外のコンクリートではφ

100、φ85、φ75、φ65の中から3つのロートを選択して行うこととし、吐出口の径が大きなロートで閉塞した場合も、いずれのロートについても試験を行うこととする。結果からAロート流下速度を算出する。

- ② 加圧ブリーディング試験：試験方法は、JSCE-F 502 加圧ブリーディング試験方法(案)による。
- 概要は以下の通りである。試料を容器の約 1/2 まで入れ、均した後、突き棒で 20 回(φ125)または 45 回(φ200)突き、側面をたたいて空気穴をふさぐ。
 - 容器の上面から 3cm 下までコンクリートを入れて同様な操作を繰り返し、コテで表面を平らに均す。
 - 容器中の試料の質量を測定する。
 - 容器を加圧フレームに設置した後、ジャッキにより容器内試料上面の圧力が 3.5N/mm²になるまで連続的に加圧する。この圧力を保持した状態で脱水量測定用コックを開き、10、20、30、40、50、60、90、120、150、3分、以後1分おきに10分まで脱水量を測定する。ただし、3分以上経過し、脱水量が 2mL/min 以下になったら、圧力を 5.0N/mm²までかけた後、圧力を解放する。
 - 加圧フレームから容器を取り出し、容器中の試料の質量を測定する。
- ③ L形フロー試験：試料を突固めや振動を与えずに1層で入れ、上面をコテでならす。仕切りゲートを開け、コンクリート先端までの距離を測定し、これをLフロー値とする。また、センサーを流動距離5、10、15cmの位置に取り付け、5-10cm間、10-15cm間の流動速度を測定する(機種によるセンサーの位置の違いに注意すること)。

(3) 硬化コンクリート試験

硬化コンクリート試験の項目を表3.7に示す。供試体の寸法はφ100×200mmとし、型枠にはプラモールドを用いる。試験場所は、株式会社オーテックとする。

表3.7 硬化コンクリート試験の概要

試験項目	形状・寸法	養生方法 試験材齢	採取時期と数量		備考
			圧送前	圧送後	
圧縮強度 単位容積質量	φ100×200mm	標準養生 28日	3体/調合 合計21体	3体/調合 合計21体	試験場所は、オーテック

3.6 管内圧力の測定方法

図__に示した P1~P5 の 5ヶ所を、管内圧力の測定位置とする (φ125:3ヶ所、φ100:2ヶ所)。

- 管内圧力の測定には、容量 5MPa の圧力変換器を用いる。
- モルタルの圧送前にイニシャル値を測定し、以後はリセットしないで測定することとする。
- 測定間隔は 0.1 秒(10Hz)とする。
- 材料施工部会と広域協組へに提出していただくデータは、生データの CSV ファイルでよい。実験の状況によるが、ストロークデータを算出できるのは早くても 3月下旬になる見込み。

3.7 主油圧およびストローク数の測定

ポンプ車に示される主油圧およびストローク数とストローク時間の計測を行う (担当：近圧協)。

3.8 加速度の測定

徳島大学橋本先生の指導による

4 人員計画

出欠を確認したうえで、担当人員を計画・配置する。

- ・広域協組：10名以上
- ポンプWG：10名以上か。

◆担当 当日の出席予定者により、変更することがある

総指揮：(適任者 or 木村)

生コン製造手配：船尾

荷卸し試料採取指示：杉本

筒先試料採取指示：

管内圧力計測：下田

対外的対応：山崎

加速度計の設置他、橋本先生、徳島大学生

フレッシュコンクリート (総合指示 岩竹)

- ・スランプ、空気量、コンクリート温度 (2名) ⇒供試体作製
- ・A ロート試験 (2名)
- ・L 形フロー試験 (2名)
- ・加圧ブリーディング (2名)
- ・洗い (土工さん2名)
- ・ストローク数カウント (近圧協)

- ・圧送状況、実験状況記録 (山田)
- ・実験状況のビデオ、画像記録 (協組、近圧協、)
- ・フレッシュコンクリート試験値記録 (岩竹)

◆翌日以後の手配

- ・供試体の運搬⇒脱型⇒養生 (オーテック)