

ALA CONCRETE

ポンプ施工

人工軽量骨材コンクリートのポンプ施工について

1. ま え が き

コンクリート施工にコンクリートポンプが本格的に利用され始めたのが1964年頃であるからすでに20年になる。人工軽量骨材が販売開始されたのもほぼ同じ時期で、発売当初から両者は関連をもってきた。

人工軽量骨材コンクリートのポンプ圧送では、人工軽量骨材への圧力吸水という問題があって注意が必要であったが、この20年間に人工軽量骨材の高吸水化、流動化剤の出現、ポンプの性能向上など、多くの研究改善がなされ、現在では人工軽量骨材コンクリートのポンプ圧送は、一般の高層ビルはもとより、超高層ビルなど高所圧送もほとんど問題はなくなっている。また、土木構造物においても、流動化剤を使用することにより硬練りコンクリートのポンプ圧送が可能となり、すでに東北新幹線および埼京線で採用された。

このように人工軽量骨材コンクリートのポンプ圧送

はほとんど問題はなくなっているが、当協会ではポンプ施工に関する技術資料を作成し、施工管理の参考資料としてまとめた。御利用いただければ幸いである。

2. 人工軽量骨材コンクリートのポンプ圧送上における留意事項

(1) 人工軽量骨材の圧力吸水

人工軽量骨材コンクリートをポンプ圧送する場合、圧力によって人工軽量骨材への強制吸水が生じるという問題がある。

人工軽量骨材は1100~1200°Cで焼成して製造されるが、焼成時の膨張によって内部に無数の気孔が形成されるのと同時に、表面はガラス質の殻が形成され防水的になっている。しかし、内部のガスが逸散した後に毛細管が形成され、水に接すると、その毛細管を通じて徐々に吸水する性質がある。JISによる吸水率試験では、粗骨材は24時間浸水で吸水率が5~10%という

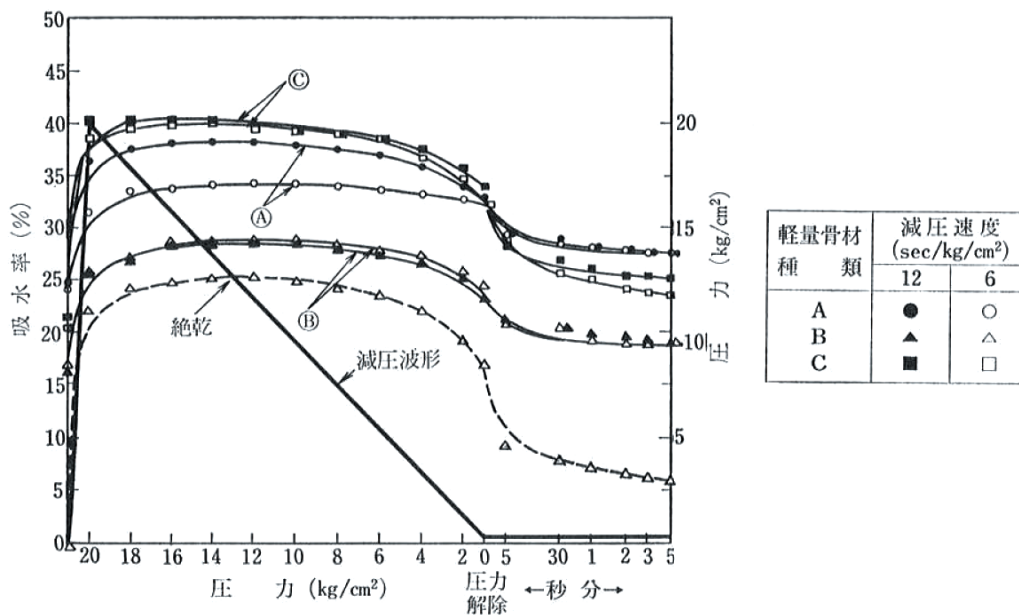


図1 配管内における人工軽量粗骨材の吸水率の状態 (押圧20kg/cm²の場合の実験結果)¹⁾

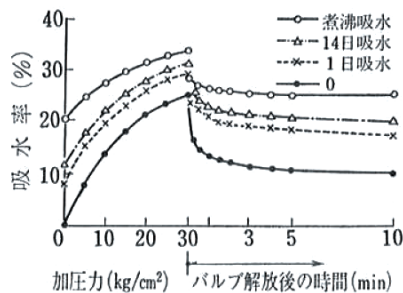


図2 人工軽量粗骨材の圧力吸水の状態²⁾

のが一般的であるが圧力が作用すると、毛細管を通じて内部の気孔内に水分が圧入されコンクリート中の単位水量が減少してスランブが低下する。スランブ低下の程度は、圧送距離などの現場の条件、圧送前のスランブなどのコンクリートの配(調)合によって異なり一定ではないが、圧送前のスランブが小さくなるほど圧送による低下が大きくなる。これはコンクリートの単位水量の減少とともに粘性が増大し、管壁との摩擦抵抗が大きくなって押圧が上昇し、人工軽量骨材への圧力吸水が促進されるからである。パイプ内の圧力吸

水の状態を直接調べることはできないが、実験室でその様子を調べた試験の結果を図1、図2に示す。

図1は配管の根元から筒先に至る圧力分布を再現したときの吸水率の変化の状況で、図2は圧力を変化させたときの吸水率の変化の状況である。これらの結果からわかることは、人工軽量骨材の吸水率をあらかじめ高くしておけば圧力の影響が少なくなるということである。したがって、人工軽量骨材メーカーは製造段階で強制吸水させて供給を行っている。各社の吸水率の管理値の平均は表1のとおりである。

(2) コンクリートの品質変化

① スランプ

圧送前後のスランプの変化は、圧送前のスランプの値と圧送距離によって差があり一定ではない。図3は圧送前後のスランプの実測値をまとめたものである。

表2は、建築構造物で一般に用いられている人工軽量骨材コンクリート、および、土木学会が行った人工軽量骨材コンクリートのポンプ圧送実験をもとに、圧送前後のスランプ変化の傾向を示したものであるが、

表1 人工軽量骨材の出荷時吸水率の状況

銘柄	出荷時吸水率(%)	
	粗骨材	細骨材
字部軽骨	28±2	20±2
ライオナイト	18±3	12±2
ビルトン	28±3	16±3
アサノライト	27±2.5	20±2
メサライト	28±2.5	16±2.5
セイライト	26±2	20±2

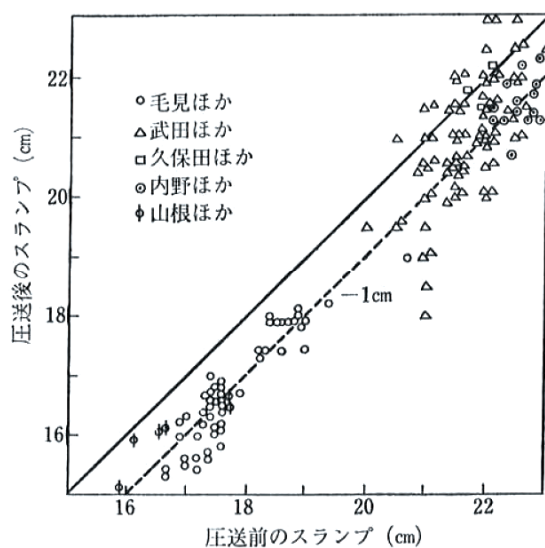


図3 圧送前後のスランプの調査例³⁾

現場の施工条件はかなり違うので一般的な傾向として示してある。

② 空気量

圧送による空気量の変化は、それほど顕著な差は認められないようである。図4は実測値をまとめたものである。これらの結果からバラツキを考慮すると、圧送後の空気量は1%程度低下するものと考えられる。

③ 単位容積質量

単位容積質量は圧送によって増加する傾向があるが、その増加量は20kg/m³程度である。この原因として考えられることは、人工軽量骨材が圧力吸水を起こして、筒先ではかなり戻っているものの事前吸水率よりは1%程度増加傾向にあること、上述の空気量に低下傾向が認められることなどによるものと考えられる。

④ 圧縮強度

ポンプ圧送によってコンクリートの圧縮強度が変化するかどうか、これまでの実例を総合すると、圧送後

表2 圧送前後のスランプの関係

構造物	人工軽量骨材コンクリートの種別	圧送前スランプ (cm)	圧送後スランプ (cm)
建築構造物	一般のA E コンクリート	18	14~15
		19	15~16
		20	17~18
		21	19~20
流動化 コンクリート	15→21~22	18~19	
	18→21~22	20~21	
土木構造物	流動化 コンクリート	8→15	10~14
		12→18	16~18

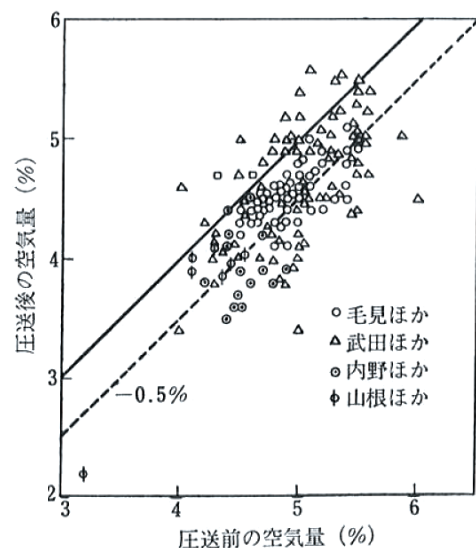


図4 圧送前後の空気量の調査例³⁾

て増加する結果もあれば低下する結果もあって定量化するのはむずかしい。しかし、いずれの結果も圧送前後の差はそれほど大きくなく、圧縮強度の割増しを行うなどの必要はない。

3. コンクリート の配(調)合計画の要点

(1) スランプ

特記により指定されたスランプを満足するためには、圧送によるスランプ低下を考慮して圧送前のスランプを定める必要がある。圧送によるスランプ低下は前述したように、圧送距離や圧送前のスランプの値によって変化するので定量的に表わすことはむずかしいが、一般的な傾向を表2に示したので、これを目安として定めればよい。

建築構造物の場合は、打込み位置におけるスランプは18～21cmで指定されることが多いので、この範囲にはいるようなコンクリートのポンプ圧送は、高所圧送でも表2に示したスランプ変化を見込めばそれほど問題はないが、流動化コンクリートの高所圧送では、流動化後のスランプだけではなくベースコンクリートのスランプによっても圧送性が左右されるので注意が必要である。

一方、土木構造物の場合は、打込み位置におけるスランプは8～12cmで施工されるが、この場合は流動化剤を利用しないとポンプ圧送は困難である。土木学会の「人工軽量骨材コンクリート設計施工マニュアル」では、流動化剤によるスランプの増大量は5～8cmを推奨している。

(2) 空気量

圧送による空気量の変化は小さいので、一般に標準

とされている5%（寒冷地では5.5%）でよい。

(3) 単位容積質量

単位容積質量は、建築構造物の場合は気乾状態の質量を仮定して構造設計が行われ、その値が特記されている。一方、土木構造物の場合は生コンクリートの質量によって構造設計が行われ、その値が特記されているのでそれらを満足するように配(調)合設計を行う必要がある。

単位容積質量の値は、設計強度やスランプによって異なるが、一般に用いられている値は表3のとおりである。

(4) 水セメント比

生コン工場は軽量コンクリートのJIS許可を取得しているところとそうでないところがあるが、軽量コンクリートのJIS許可を取得しているところは水セメント比の算定式が標準化されているので、特に指定される場合以外はそれによって定められる。軽量コンクリートのJIS許可を取得していない生コン工場で水セメント比の算定式がない場合は、実験を行って算定式を作るか、あるいは日本建築学会が定めている水セメント比算定式によって求めてもよい。日本建築学会の水セメント比算定式は下記のとおりである。

$$x = \frac{61}{\frac{F}{K} + 0.34}$$

x : 水セメント比 (%)

F : 調合強度 (kg/cm²)

K : セメント強度でポルトランドセメントは370kg/cm²が上限値

なお、水セメント比の限度について、建築構造物の場合は建設省通達第769号(昭48. 11. 2)で65%と規

表3 人工軽量骨材コンクリートの単位容積質量

構造物	生コンクリートの単位容積質量 (t/m ³)	気乾コンクリートの単位容積質量 (t/m ³)	骨材の組合せ		気乾単位容積質量の算定式 (日本建築学会)
			細骨材	粗骨材	
建築構造物	1.95～2.0	1.85	普通骨材 普通骨材 人工軽量骨材 人工軽量骨材	人工軽量骨材	W=1.25C+S+G+120(t/m ³) C: 単位セメント量 S: 細骨材の絶乾質量 G: 粗骨材の絶乾質量
	1.85～1.9	1.75		人工軽量骨材	
	1.75～1.8	1.65		人工軽量骨材	
	1.60～1.65	1.55		人工軽量骨材	
土木構造物	2.0以下	—	人工軽量骨材またはこれに普通骨材を加えたもの	人工軽量骨材またはこれに普通骨材を加えたもの	—
	1.70	—	人工軽量骨材	人工軽量骨材	—

表 4 普通ポルトランドセメントを用いる人工軽量骨材
コンクリートの単位水量の参考値
(A E剤を用いる場合) (kg/m³)⁴⁾

水セメント比 (%)	スランブ (cm)	人工軽量骨材コンクリート	
		1 種	2 種
40	8	168	166
	12	175	171
	15	181	175
	18	189	181
	21	200	190
45	8	166	164
	12	172	168
	15	178	172
	18	186	178
	21	197	187
50	8	165	163
	12	170	166
	15	176	170
	18	184	176
	21	195	185
55~65	8	164	162
	12	169	165
	15	173	169
	18	183	175
	21	193	183

注(1) 表中にない値は補間によって求める
 (2) 本表に用いた粗骨材の最大寸法は、1種および2種の場合15mm、砂の粗粒率は2.8(2.5mm)である
 (3) 単位水量が200kg/m³を超える場合は、A E減水剤などを用いて、できるだけ200kg/m³以下となるようにする

定されており、土木学会標準示方書にも使用条件による水セメント比の限度が規定されている。

(5) 単位水量

コンクリートの耐久性を高めるためには単位水量が少ないことが望ましいが、単位水量が少ないとポンプ圧送性が低下するという問題があるので注意が必要である。人工軽量骨材コンクリートの単位水量の目安を表4に示した。

(6) 細骨材率

細骨材率が小さいと圧送性が悪くなるので、一般にはポンプ圧送しない場合に比べて2%程度大きめに定めるのがよい。また、流動化コンクリートとする場合は、分離を防ぐために流動化後のスランブに見合った細骨材率とする必要がある。細骨材率は配(調)合によって変わってくるが一般的な目安を示すと表5のようになる。

表 5 人工軽量骨材コンクリートの細骨材率の目安

スランブ (cm)	細骨材率 (%)	
	粗骨材 ⁽¹⁾ ※ 細骨材 ⁽²⁾	粗骨材 ⁽³⁾ 細骨材 ⁽⁴⁾
8	43~45	44~46
10	44~46	45~47
12	45~47	46~48
15	46~48	47~49
18	47~49	48~50
21	50~52	51~53

注(1) 人工軽量骨材
 (2) 普通骨材
 (3) 人工軽量骨材
 (4) 人工軽量骨材またはこれに普通骨材を加えたもの
 ※粗骨材に人工軽量骨材と普通骨材を混合したもの、細骨材に人工軽量骨材を用いる場合もこれと同程度でよい

4. コンクリートの圧送計画

(1) ポンプ機種の選定

コンクリートポンプ機種はコンクリートの配(調)合、圧送距離などを考慮して能力に余裕のあるものを選ぶ必要がある。コンクリートポンプの能力を判断する方法として、水平換算距離を算出してポンプメーカーの表示する最大圧送距離と照合する方法、または圧送負荷を計算してポンプメーカーの表示する理論吐出圧と照合する方法があるが、ここに圧送負荷を算出してポンプ機種を選定する方法を例示する。

$$P = KL + \frac{1}{10}WH + 3KM + 2KN + 2KT$$

P : コンクリートポンプに加わる圧送負荷
(kg/cm²)

K : 輸送管1m当たりの管内圧力損失
(kg/cm²)

L : 配管の実長(直管, ベンド管, テーパ管など)(m)

W : まだ固まらないコンクリートの単位容積質量(t/m³)

H : 圧送高さ(m)

M : ベンド管の長さ(m)

N : フレキシブルホースの長さ(m)

T : テーパ管の長さ(m)

圧送負荷の計算は、建築構造物の場合も、土木構造物の場合も日本建築学会「コンクリートポンプ工法施工指針案」に示されている上式によることとした。

なお、上式の管内圧力損失 K の値は、建築構造物の場合は図5に示す日本建築学会「コンクリートポンプ

工法施工指針案」の値を、土木構造物の場合は図6に示す土木学会「人工軽量骨材コンクリート設計施工マニュアル(コンクリートライブラリー第56号)」の値を用いた。ポンプ圧送負荷の計算の条件と結果は次に示すとおりである。

〔例1〕 建築構造物の場合

- ① 構造物の形状と配管図は、図7に示すように仮定した。
- ② 配管の直径は5 B (12.5cm) とする。
圧送負荷の計算結果を表6に示す。

〔例2〕 土木構造物の場合

- ① 構造物の形状と配管図は、図8に示すように仮定した。

- ② 配管の直径は5 B (12.5cm) とする。

圧送負荷の計算結果を表7に示す。

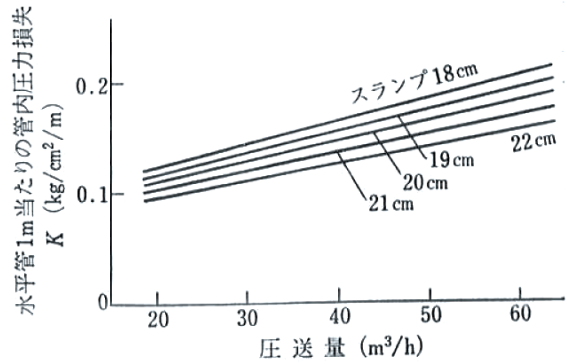
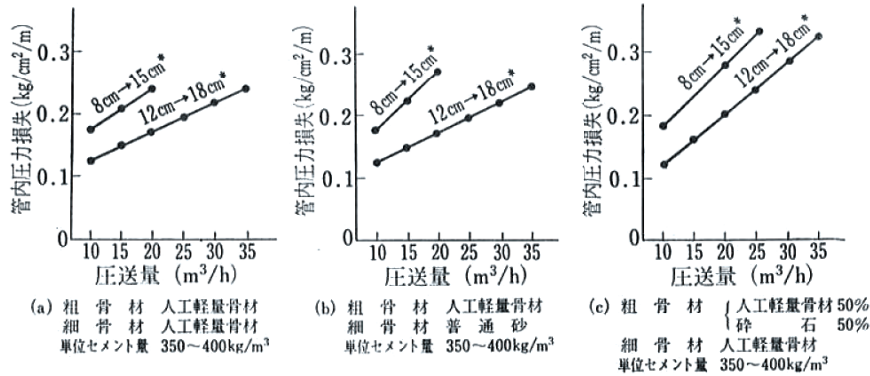


図5 管内圧力損失の値⁴⁾



注) *はベーススランプ8cmおよび12cmをそれぞれ流動化剤を添加して、15cmおよび18cmとしたことを示す。

図6 管内圧力損失の値⁵⁾

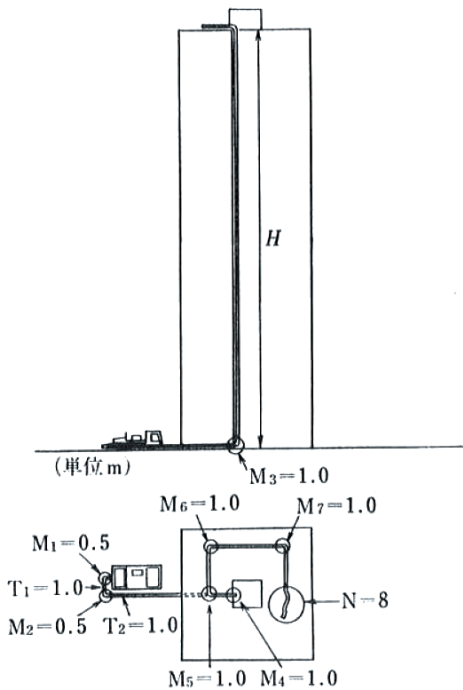


図7 建築構造物のポンプ施工配管想定図

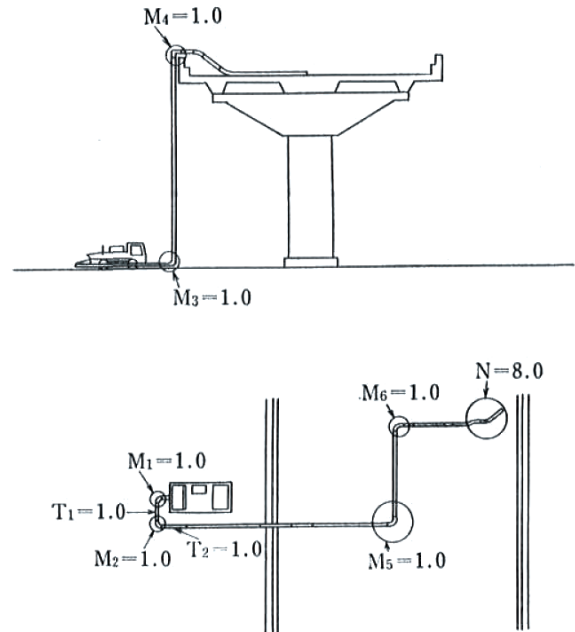


図8 土木構造物のポンプ施工配管想定図

表 6 建築構造物のポンプ圧送負荷の計算結果 (1)

コンクリートの単位容積量 W (t/m ³)	スランプ (cm)	吐出量 (m ³ /h)	管内圧力損失 K (kg/cm ² /m)	配管の長さ L (m)	圧送高さ H (m)	水平管の長さ		ベンドの長さ M (m)	フレキシブルホースの長さ N (m)	テーパ管長さ T (m)	圧送負荷 P (kg/cm ²)	1.25P (kg/cm ²)			
						GL (m)	打設階 (m)								
1.65	20	30	0.125	136.5	40						29	36			
				156.5	60							34	43		
				176.5	80							40	50		
		196.5	100							46	58				
		136.5	40							32	40				
		156.5	60							38	48				
	40	40	0.145	176.5	80	100	30	50	6	8	2	39	49		
														45	56
														51	63
		136.5	40							36	45				
		156.5	60							42	53				
		176.5	80							49	61				
196.5	100							55	69						
1.75	21	30	0.120	136.5	40						28	35			
				156.5	60						33	42			
				176.5	80						39	49			
		196.5	100						45	56					
		136.5	40						30	38					
		156.5	60						36	45					
	40	40	0.135	176.5	80	100	30	50	6	8	2	42	53		
														48	60
														33	41
		136.5	40							39	49				
		156.5	60							46	57				
		176.5	80							52	65				
196.5	100							33	42						
1.85	22	30	0.110	136.5	40						26	33			
				156.5	60						31	39			
				176.5	80						37	46			
		196.5	100						42	53					
		136.5	40						29	36					
		156.5	60						34	43					
	40	40	0.125	176.5	80	100	30	50	6	8	2	40	50		
														46	58
														31	39
		136.5	40							37	47				
		156.5	60							43	54				
		176.5	80							47	59				
196.5	100							50	62						

表 6 建築構造物のポンプ圧送負荷の計算結果 (2)

コンクリートの単位容積量 W (t/m ³)	スラップ (cm)	吐出量 (m ³ /h)	管内圧力損失 K (kg/cm ² /m)	配管の長さ L (m)	圧送高さ H (m)	水平管の長さ		ベンドの長さ M (m)	フレキシブルホースの長さ N (m)	テーパ管長さ T (m)	圧送負荷 P (kg/cm ²)	1.25P (kg/cm ²)	コンクリートの単位容積量 W (t/m ³)	スラップ (cm)	吐出量 (m ³ /h)	管内圧力損失 K (kg/cm ² /m)	配管の長さ L (m)	圧送高さ H (m)	水平管の長さ		ベンドの長さ M (m)	フレキシブルホースの長さ N (m)	テーパ管長さ T (m)	圧送負荷 P (kg/cm ²)	1.25P (kg/cm ²)
						GL (m)	打設階 (m)												GL (m)	打設階 (m)					
1.85	20	30	0.125	136.5	40						29	37	1.85	20	30	0.125	136.5	40						29	37
				156.5	60					36	45														
				176.5	80					42	52														
				196.5	100					48	60														
	20	40	0.145	136.5	40						33	41	1.85	20	40	0.145	136.5	40						33	42
				156.5	60	30	50	6	8	40	50														
				176.5	80					46	58														
				196.5	100					53	66														
	20	50	0.165	136.5	40						36	46	1.85	20	50	0.165	136.5	40						36	46
				156.5	60					43	53														
				176.5	80					50	63														
				196.5	100					57	72														
1.95	21	30	0.120	136.5	40						29	36	1.95	21	30	0.120	136.5	40						29	36
				156.5	60					35	44														
				176.5	80					41	51														
				196.5	100					47	59														
	21	40	0.135	136.5	40						31	39	1.95	21	40	0.135	136.5	40						31	40
				156.5	60	30	50	6	8	38	47														
				176.5	80					44	55														
				196.5	100					50	63														
	21	50	0.150	136.5	40						34	42	1.95	21	50	0.150	136.5	40						34	43
				156.5	60					41	51														
				176.5	80					47	59														
				196.5	100					54	63														
1.85	22	30	0.110	136.5	40						27	33	1.85	22	30	0.110	136.5	40						27	34
				156.5	60					33	41														
				176.5	80					39	48														
				196.5	100					44	56														
	22	40	0.125	136.5	40						29	37	1.85	22	40	0.125	136.5	40						29	37
				156.5	60	30	50	6	8	36	45														
				176.5	80					42	52														
				196.5	100					48	60														
	22	50	0.140	136.5	40						32	40	1.85	22	50	0.140	136.5	40						32	41
				156.5	60					39	48														
				176.5	80					46	56														
				196.5	100					52	64														

表 7 土木構造物のポンプ圧送負荷の計算結果

スランブ (cm)	軽量コンクリートの単位容積質量 (t/m ³)	吐出量 (m ³ /h)	管内 管圧力損失 (kg/cm ² /m)	配管 実長 L (m)	垂直 圧送 高さ H (m)	水平管の長さ		ベンド管 の長さ M (m)	フレキシブル ホースの長さ N (m)	テーパ管 の長さ T (m)	圧送負荷 P (kg/cm ²)	1.25P (kg/cm ²)
						GL (m)	打設部 (m)					
流動化 コンクリート	1.65	10	0.175	45	15	5	10	5	8	2	16	20
				55			20				18	23
				65			30				20	25
	20	0.240	45	15	5	10	5	8	2	23	28	
			55			20				24	30	
			65			30				26	33	
ベース 8 ↓ 流動化 15	1.95	10	0.175	45	15	5	10	5	8	2	17	21
				55			20				19	24
				65			30				20	25
	20	0.275	45	15	5	10	5	8	2	25	31	
			55			20				28	35	
			65			30				30	38	
流動化 コンクリート	1.65	10	0.120	45	15	5	10	5	8	2	12	15
				55			20				13	16
				65			30				14	18
		20	0.170	45	15	5	10	5	8	2	16	20
				55			20				18	23
				65			30				19	24
	30	0.220	45	15	5	10	5	8	2	20	25	
			55			20				22	28	
			65			30				24	30	
ベース 12 ↓ 流動化 18	1.95	10	0.125	45	15	5	10	5	8	2	13	16
				55			20				14	18
				65			30				15	19
	20	0.175	45	15	5	10	5	8	2	17	21	
			55			20				19	24	
			65			30				20	25	
30	0.225	45	15	5	10	5	8	2	21	26		
		55			20				23	29		
		65			30				25	31		

表 8 コンクリートポンプ機種仕様一覧⁶⁾

1. 油圧ピストン式ポンプ車（ブームなし，最大吐出量70m³/h以下）

製造会社	型式名	最大吐出量 ($\frac{m^3}{h}$)	理論吐出圧力 ($\frac{kgf}{cm^2}$)	最大圧送距離(m) (上段100A管, 下段125A管)		コンクリート シリンダ 口径×スト ローク (mm)	ホッパー 容量 (m ³)	輸送管 洗浄 方式	水タンク 容量 (m ³)	エンジン 出力 回転数 (PS/ rpm)	寸法			車両 総重量 (kg)
				水平	垂直						全長 (mm)	全高 (mm)	全幅 (mm)	
石川島播磨重工業	PTF40TP	40	34.0	(210 350)	(37 63)	180×1150	0.25	空洗	0.3	130/2600	7225	2850	2400	7950
	PTF50TP	50	36.5	(230 380)	(44 70)	180×1150	0.25	空洗	0.3	130/2600	7225	2950	2400	7950
	PTF60T	60	36.5	(230 380)	(44 70)	180×1150	0.32	空洗	0.3	130/2600	7590	2800	2200	7950
	IPF65T (旧PTF)	65	38.7	(250 410)	(55 80)	195×1400	0.34	空洗	0.3	160~170 /3200	7450	2900	2200	7960
	同上 (オブシ ョンシ リンダ)	55	45.4	(290 480)	(70 100)	180×1400								
極東開発	PK20-10	70	47	(330 530)	(77 100)	200×1855	0.35	水洗	0.5	8t車 220/2500	8150	2700	2450	11000
日本建機	30N	30	20.0	(150 220 (15m ³ /h))	(30 40 (L _H 60))	180×860	0.25	空洗	0.2	85/4000	5115	2360	1910	5100
	55N	55	40.0	(200 320)	(33 55)	180×1450	0.35	空洗	0.4	160/3200	6985	2650	2100	7800
三菱重工業	DC-80	50	37	(200 280)	60	180×1500	0.35	水洗	1.0	130/3200	7510	2720	2150	7950
	DC-90	65	42	(250 380)	(70 90)	180×1500	0.31	水洗 空洗	0.4	135/3100	7270	2315	2100	7850
	DC-100	65	34	(200 280)	60	180×1500	0.40	水洗	1.3	165/2300	8080	3050	2460	11330
	DC-S90	65	42	(250 380)	(70 90)	180×1500	0.40	水洗 空洗	0.4	135/2500	7615	2700	2100	7950
	DC-A650	65	42	(270 420)	(75 95)	180×1500	0.31	水洗 空洗	0.31	170/2900	7290	2335	2150	7900
	DC-60M	65	42	(200(4B) 350(5B))	(70(4B) 80(5B))	180×1500	0.4	水洗 空洗	0.5	—	5560	1600	1800	4210

2. 油圧ピストン式ポンプ車（ブームなし，最大吐出量75m³/h以上および高压型）

製造会社	型式名	最大吐出量 ($\frac{m^3}{h}$)	理論吐出圧力 ($\frac{kgf}{cm^2}$)	最大圧送距離(m) (上段100A管, 下段125A管)		コンクリート シリンダ 口径×スト ローク (mm)	ホッパー 容量 (m ³)	輸送管 洗浄 方式	水タンク 容量 (m ³)	エンジン 出力 回転数 (PS/ rpm)	寸法			車両 総重量 (kg)
				水平	垂直						全長 (mm)	全高 (mm)	全幅 (mm)	
石川島播磨	PTF85T	85	43.4	(280 450)	(60 88)	220×1400	0.45	水洗	1.2	195/2300	8410	2950	2460	14100
	PTF85TH	55	64.8	(400 670)	(100 143)	180×1400								
極東開発	PP21-10	80	44	(310 500)	(70 100)	200×1840	0.35	水洗	0.5	4t車 170/3200	7400	2220	2400	7400
	PN25-51	95	47	(400 650)	(— 140)	250×1860	0.35	水洗 空洗	0.5	8t車 220/2500	8880	2670	2450	12925

製造会社	型式名	最大吐出量 ($\frac{m^3}{h}$)	理論吐出圧力 ($\frac{kgf}{cm^2}$)	最大圧送距離(m) (上段100A管, 下段125A管)		コンクリート シリンダ 口径×スト ローク (mm)	ホッパー 容量 (m^3)	輸送管 洗浄 方式	水タンク 容量 (m^3)	エンジン 出力 回転数 (PS/ rpm)	寸法			車両 総重量 (kg)
				水平	垂直						全長 (mm)	全高 (mm)	全幅 (mm)	
新潟 鉄工 所	NCP750	80	45	(300 480)	(70 95)	190×1500	0.35	空洗	0.4	185/2300	8125	2850	2480	12055
	NCP910T	90	45	(470 600)	(70 95)	190×1320	0.35	空洗	0.4	175/3200	7900	2385	2130	7675
	NCP910TH	45	70 (max 90)	(600 950)	(115 150)	190×1320	0.35	空洗	0.4	175/3200	7900	2385	2130	7915
	NCP9T (MC SWING)	90	45	(470 600)	(70 95)	190×1570	0.35	空洗	0.4	175/3200	7860	2385	2130	7900
	NCP9TH (MC SWING)	45	70 (max 90)	(600 950)	(115 150)	190×1570	0.35	空洗	0.4	175/3200	7860	2385	2130	7900
三菱 重工 業	DC-120 A B	90 65	45 65	400(4B) 500(5B)	100(4B) 130(5B)	215×1500 180×1500	0.45	水洗 空洗	0.5	200/2500	8640	2690	2475	12635
	DC-S120 A B	80 58	45 65	470(4B) 620(5B)	100(4B) 130(5B)	215×1500 180×1500	0.35	水洗 空洗	0.5	215/2500	8880	3400	2475	15350
	DC-A900 A B	90 65	45 65	470(4B) 640(5B)	110(4B) 165(5B)	215×1500 180×1500	0.4	水洗 空洗	0.5	215/2200	8550	2740	2475	12800

3. スクイーズ式ポンプ車（ブームなし）

製造会社	型式名	最大吐出量 ($\frac{m^3}{h}$)	ポンプ 吐出 圧力 ($\frac{kgf}{cm^2}$)	最大圧送距離(m) (上段100A管, 下段125A管)		適用輸 送管 径 A (mm)	ホッパー 容量 (m^3)	輸送管 洗浄 方式	水タンク 容量 (m^3)	エンジン 出力 回転数 (PS/ rpm)	寸法			車両 総重量 (kg)
				水平	垂直						全長 (mm)	全高 (mm)	全幅 (mm)	
極東 開発 工業	PC10-10	40	18	(200 —)	(55 —)	3600 (100A)	0.3	水洗	0.3~ 0.5	4 t 車 140/2500	6870	2100	2350	7210
	PQ10-10	40	18	(150 —)	(45 —)	3600 (100A)	0.3	水洗	0.5	2 t 車 100/3500	5080	1170	1690	4700
	PQ14-11	70	25	(200 300)	(50 60)	4300 (100A)	0.3	水洗	0.5	4 t 車 175/3200	7100	2700	2250	4800

注(1) 性能は下記コンクリートの条件の場合を示す

スランプ：18～21cm

単位セメント量：300kg/m³以上

- (2) 最大吐出量は、機械の連続定格回転数において実際に吐出しうる量を示す。このときの条件は、配管は水平短距離とした
- (3) 理論吐出圧力は、ピストン式ポンプの場合、ポンプの原動機側より発生しうる最大圧力をコンクリートピストンにおける圧力に換算したもので、ポンプの内部損失は考慮していない
ただしスクイーズ式の場合のみは、ポンプ出口で実際にコンクリートにかかる圧力（ポンプ吐出圧力）で表示した
- (4) 表示吐出圧力は、30m³/hを含む低吐出量範囲の最大圧力を示す。また、最大吐出量が30m³/h以下の機種では、約15m³/hにおける最大圧力を示す
- (5) 最大水平圧送距離は、30m³/hにて実際に圧送可能な最大距離を示す。また表示の上段の配管径100A（4B）の場合、下段は125A（5B）の場合を示す
- (6) 最大垂直圧送距離は最大水平圧送距離を垂直圧送に換算したもので、水平100m分を含んでいる

上記の圧送負荷を1.25倍した値と表8に示されているポンプ吐出圧力を比較して、計算値を上回る機種を選定する。

(2) 配管計画

配管の大きさはすべて5 B管(12.5cm)とするのが望ましい。5 B管にすると重量が重くなり配筋を乱すという理由で、打設階では4 B管(10.0cm)が使われる場合があるが圧力が増大しスランプ低下が大きくなり、吐出量も減少して圧送性が低下するので好ましくない。配筋の乱れについては施工計画時にあらかじめ対策を立てておくことが重要である。

5. レデーミクストコンクリートの製造上の注意点

(1) 人工軽量骨材の貯蔵と管理

人工軽量骨材はポンプ圧送によるトラブルを防止するために、メーカーが製造段階で強制吸水をさせて高吸水状態にして供給している。搬入は、使用前日や前前日に行われるので、生コン工場で乾燥を防止する程度の散水を行えばよい状態になっていて常時散水する必要はない。ただし、打設終了後在庫となったものについては、表面から乾燥が進行するので適宜散水を行って管理する必要がある。なお、軽量細骨材をサイロに貯蔵している場合は散水するとホッパーから抜けにくくなるので注意が必要である。

(2) 練り混ぜおよび運搬

最近の生コンプラントは設備の性能が向上し、練り混ぜ性能はよくなっているので、練り混ぜ時間は普通コンクリートと大差ないが、ポンプ圧送ではスランプのバラツキが大きく影響するので、スランプの安定化に重点をおいて管理したほうがよい。

運搬によるスランプ変化は、夏期に2 cmくらい低下するが、その他の時期は1 cm程度である。ポンプのトラブル等で待ち時間が長くなったコンクリートは、スランプ低下が大きくなっている恐れがあるので確認する必要がある。

6. ポンプ圧送

(1) 先送りモルタル

コンクリートの圧送に先立って、配管内の潤滑性を

よくするためにモルタルを先送りし、続いてコンクリートを圧送する。これは一般に励行されており特に問題はないが、そのモルタルの処分はあらかじめ対策を立てておく必要がある。

(2) 運転操作

人工軽量骨材コンクリートをポンプ圧送する場合、オペレータは下記の点に注意して運転操作を行うようにするのがよい。

- ① スタートは低速運転を行い急激な圧力を加えないようにし、徐々に速度を上げるようにする。
- ② 段取り替えなどで中断した後のスタートも①と同じようにする。
- ③ 昼食時の長時間中断は、約10分おきに2～3ストローク圧送する。
- ④ 上記①②③は、夏期や圧送高さが高くなるほど注意が必要になる。

7. 打込みおよび締固め

(1) 打込み

軟練りコンクリートは、横流しをすると粗骨材が分離してジャンカの原因になりやすいので、できるだけ筒先を移動して水平に打ち上げるように注意したほうがよい。特に階高が高く壁の多い構造物や梁せいの大きい構造物、あるいはタイル打込み工法などではこの点に注意する必要がある。また、階段や腰壁は蓋をして吹出しを防止するとよい。

(2) 締固め

締固めは、内部振動機を用いて材料が分離しない範囲で入念に行う。人工軽量骨材コンクリートは、振動の伝播範囲が小さいので挿入間隔は小さくしたほうがよい。使用する振動機の振動数は10000rpm以上のものが有効である。また、打継ぎ目にコールドジョイントが発生しないよう下層のコンクリートに10cm程度貫入させて振動締固めを行うのがよい。

8. 床版の直仕上げ

コンクリートの上面は、木ごてまたは定規で均してから、コンクリートの硬化の時期を判断して金ごてやフィニッシャで仕上げるのが一般的である。人工軽量骨材コンクリートは、ポンプ圧送の関係で軟練り化し

ているが、コンクリートが硬化し始める時期に、タンピングを行いながら金ごて仕上げをすれば十分平滑な仕上げ状態が得られる。なお、冬期の施工ではブリージング水の蒸発が遅くなって仕上げ時間が延びるので、ブリージング水の処置を考えておくほうがよい。

9. 養生

コンクリートの露出面で急激な乾燥の恐れがある場合は、散水などにより初期養生を行って、ひび割れの防止や強度の確保につとめる。冬期は、打込み後圧縮

強度が50kg/cm²以上になるまで5℃以上に保ち、凍結しないように注意しなければならない。

10. 品質管理

レデーミクストコンクリートを用いる場合は、荷卸し地点では生産者の責任で品質管理が行われ、圧送開始から打込み直前の品質管理は購入者の責任となっている。品質管理上の検査項目、頻度および判定基準は仕様書に明記されている場合や学会の仕様書、示方書、官公庁の仕様書類を参考にすればよい。

■引用文献

- 1) 柚原治美, 森田貴久雄, 古川尚一, 山本哲郎「人工軽量骨材の圧力下の吸水性状に関する研究」日本建築学会関東支部(48年度)研究報告集
- 2) 横山昌寛「人工軽量骨材の吸水特性に関する研究」材料, 第22巻第232号, 昭和48年1月
- 3) 日本建築学会「コンクリートポンプ工法施工指針案・同解説」
- 4) 日本建築学会「軽量コンクリート調合設計・施工指針案・同解説」
- 5) 土木学会「人工軽量骨材コンクリート設計施工マニュアル」コンクリートライブラリー, 第56号, 昭和60年6月
- 6) 全日本コンクリート圧送事業団体連合会技術委員会「コンクリートポンプ圧送マニュアル」

最近の主な軽量コンクリートのポンプ施工例

(昭60.11. 1)

工 事 件 名	階 数	設 計 事 務 所	建 設 業 者	設計強度 kg/cm ²	コンクリート比重 t/m ³	スランプ cm	備 考
赤坂六本木市街地再開発 事務所棟	S・SRC37F	入江三宅設計事務所	鹿島建設, 戸田建設, フジタ工業JV	210	1.65	18, 21	
" 住宅棟A	SRC 25F	"	竹中工務店	210	1.85	18→21	流動化
" ホテル棟	S・SRC36F	観光企画, 構造計画研究所	大成建設	210	1.85	21	
大崎駅東口市街地再開発 事務所棟	SRC 21F	協立建築設計	鹿島建設, 大成建設他JV	240	1.85	15→21 18→21	流動化
" "	SRC 20F	"	"	210	1.85	18→21	流動化
横浜新都市センタービル	SRC 10F	三菱地所 石本建築	鹿島建設, 東急建設他JV	210	1.85	18	
池袋ターミナルホテル	S・SRC25F	観光企画 鉄道会館	大林組, 清水建設, 熊谷組JV	210	1.85	21	
光が丘ニュータウン(住都公)	RSC 14F	住宅都市整備公団	富士工, 田中土建JV	210	1.85	18	
" "	"	"	西松建設	210	1.85	18	
" "	"	"	日産建設, 坂田建設JV	210	1.85	18	
" "	"	"	池田建設, 本間組JV	210	1.85	18	
" "	"	"	多田建設, 岩田建設JV	210	1.85	18	
" (都 住)	SRC 14F	東京都住宅局	間組, 古久根建設JV	210	1.85	18	
" "	"	"	日産建設, 杉山建設JV	210	1.85	18	
" "	"	"	浅沼組他JV	210	1.85	18	
" "	"	"	村本建設他JV	210	1.85	18	
" "	"	"	銭高組	210	1.85	18	
川崎駅前市街地再開発(住都公)	SRC 14F	住宅都市整備公団	銭高組, 大日本土木他JV	210	1.85	18	
" "	"	"	大成建設他JV	210	1.85	18→21	流動化
" "	"	"	竹中工務店他JV	210	1.85	18	
" "	"	"	大林組他JV	210	1.85	18	

工 事 件 名	階 数	設 計 事 務 所	建 設 業 者	設計強度 kg/cm ²	コンクリ ート比重 t/m ³	スラン プ cm	備 考
赤羽駅西口市街地再開発 (住都公)	SRC 14F	住宅都市整備公園	大林組, 戸田建設他JV	210	1.85	18	
赤羽北2丁目 第2団地 (住都公)	SRC 14F	住宅都市整備公園	大日本土木, 伊藤組JV	210	1.85	18	
" "	" "	" "	西松建設他JV	210	1.85	18	
" "	" "	" "	地崎工業, 小松建設JV	210	1.85	18	
若葉台団地 (神奈川県住供)	SRC 14F	神奈川県住宅供給公社	相鉄建設	210	1.75	18→21	流動化
" "	" "	" "	フジタ工業	210	1.75	18	
築地興和ビル	SRC 23F	日本設計	大林組	240 255 270	1.75	18→21 15→21 15→21	流動化
東京ビューホテル	S 27F	観光企画	清水建設, フジタ工業JV	210	1.90	15→21	流動化
雇用促進住宅 成田宿舎	SRC 14F	岡田新一設計	間組, 五洋建設, 大木建設JV	210	1.85	15→21	流動化
南葛西5丁目住宅 (東京都住供)	SRC 14F	藤沢設計	西松建設, 日東建設JV	240	1.65	18	
アペイル白浜	SRC 14F	石本建築	竹中工務店	210	1.85	18	
東京品川電々ビル事務庁舎	S・SRC14F	日本総合建築	大成建設, 竹中工務店, 鹿島建設	210	1.85	15→21	流動化
" データ通信局舎	SRC 12F	"	清水建設, 大林組他JV	210	1.85	15→21	流動化
新宿2丁目ビル	SRC 13F	日建設計	五洋建設	210	1.75	18	
板橋ハイツ	SRC 14F	盟建築設計	地崎工業	210	1.75	21	
住商和泉町ビル	S 14F	日建設計	鹿島建設, 大林組, 竹中工務店JV	180	1.65	18	
新国技館	SRC 3F	鹿島建設	鹿島建設	210	1.85	18	
東和東池袋コープ	SRC 14F	エスアンドエス建築設計	東海興業	210	1.65	21	
丸善建設本社ビル	SRC 12F	佐藤工業	佐藤工業	210	1.85	21	
町田グリーンタウン	SRC 15F	竹中工務店	竹中工務店	240	1.85	15→21	流動化
西新宿浄風地ビル	S 29F	日建設計	佐藤工業, 清水建設JV	180	1.65	21	
西大島ハイツ	SRC 14F	日建ハウジング	戸田建設	210	1.65	18	
関東信越国税庁舎	S 16F	関東地方建設局	竹中工務店	240	1.85	18	
新宿ワシントンホテル	S 18F	坂倉建築研究所	熊谷組	180	1.85	21	
横浜KNビル	S 16F	東急建設	大林組, 東急建設JV	210	1.65	21	
明治生命函館支社	SRC 12F	清水建設	清水建設	210~240	1.85	18	
札幌医科大学病院	SRC 13F	日建設計	大成建設, 鹿島建設JV	195~240	1.85	18→21	流動化
山形市庁舎	SRC 11F	久米建築事務所	鹿島建設, 東急建設他JV	210	1.85	18→21	流動化
青森県観光物産館	SRC 19F	日建設計	清水建設, 西松建設他JV	210	1.85	18	
日土地名古屋ビル	S 17F	日建設計	清水建設, 戸田建設他JV	180	1.85	21	
雇用促進住宅 笠寺宿舎	SRC 14F	梓設計	戸田建設, 他JV	210	1.85	18→21	流動化
泥江町再開発ビル	SRC 26F	日建設計	清水建設, 大成建設JV	210	1.85	21	
静岡市庁舎	SRC 18F	佐藤武夫設計事務所	鹿島建設, 住友建設他JV	210	1.75	18→23	流動化
森ノ宮スカイハイツ	SRC 14F	長谷川工務店	長谷川工務店	225	1.85	19	
ツイン21 A工区	S 38F	日建設計	鹿島建設, 竹中工務店, 熊谷組JV	195, 210, 225	1.85	18, 19, 21	
三國北住宅第二期工区	SRC 14F	小西設計	西松建設	225	1.85	21	
大阪城公園マンション	SRC 14F	長谷川工務店	長谷川工務店	240	1.85	19	
大阪駅ビル	SRC 28F	安井建築設計	大阪駅ビルJV	210	1.65	23	
南港コープ分譲住宅 3期	SRC 15F	東加建築事務所	大林組, 清水建設, 東急建設JV	210	1.85	18→21	流動化
阿倍野市街地住宅 C-1	SRC 14F	昭和設計	東急建設	225	1.85	18	
丸紅大阪本社ビル	SRC 17F	三菱地所	丸紅本社ビルJV	210	1.65, 1.85	18→21 18→23	流動化
神戸パークシティ	SRC 24F	三井建設	三井建設	210	1.75	21	
ポートピアプラザ	SRC 25F	三菱地所	大林組	210, 225	1.85	18→21	流動化
徳島市庁舎	SRC 14F	山下設計	戸田建設, 大林組他JV	210	1.85	18	
住友生命平和大通りビル	SRC 22F	観光企画	鹿島建設	240	1.85	18, 21, 22	
広島第三合同庁舎	SRC 18F	中国地方建設局	大成建設, 熊谷組, 鴻池組JV	225~240	1.75	18	
広島市新本庁舎	SRC 16F	安井建築設計	大林組, 奥村組, フジタ工業他JV	240~270	1.85	15→21	流動化
福岡市庁舎	SRC 11F	菊竹清訓建築設計	清水建設, 飛鳥建設JV	240	1.65	21	
安田火災福岡支店	SRC 12F	黒川紀章建築都市設計	大林組, 大成建設, 松尾建設JV	210, 240	1.65	18	
福岡市営千代高層住宅	SRC 14F	福岡市住宅課	東建設, 大祥建設, 寿JV	210, 240	1.85	21	
東北新幹線, 埼京線, 新河岸川橋梁	—	国鉄	前田建設工業	350	1.85	8→15 12→18	流動化
埼京線北赤羽駅プラットホーム	—	国鉄	前田建設工業	240	1.85	12→18	流動化

宇部興産(株)

本社／東京都品川区東品川2-3-11 UBEビル ☎03-5460-3302

大阪セメント(株)

本社／大阪市大正区南恩加島7-1-55 ☎06-556-2244

日本セメント(株)

本社／東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル6階 ☎03-3214-1596

日本メサライト工業(株)

本社／千葉県船橋市西浦3-9-2 ☎0474-31-8138

三菱マテリアル(株)

本社／東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル3階 ☎03-5252-5482

人工軽量骨材コンクリート技術資料 No.2

発行 1993年12月15日

発行人 人工軽量骨材協会 (発行責任者 高木 克也)
(ALA;Artificial Light-Weight Aggregate Association)
〒110 東京都台東区上野1-12-2 亀田ビル
☎03-3837-0445