

場所打ち杭に用いるコンクリートのポンプ圧送試験

鉄建建設 正会員 ○西脇 敬一 鉄建建設 古澤 晋司
JR 東日本 正会員 鈴木 啓晋 JR 東日本 今野 博史

1. はじめに

駅ビルや人工地盤の場所打ち杭は、施工環境からコンクリートをポンプで長距離圧送して打込みを行わなければならない場合が多い。また、最近では、杭径 3m 程度の大口径杭の適用が増加し、充填性の向上のためにスランプ 21cm 程度の流動性の大きいコンクリートが使用されている¹⁾。しかしながら、流動性の大きいコンクリートのポンプ圧送性は、高性能 AE 減水剤を用いた配合での検討は見られるが、場所打ち杭のコンクリートのように単位水量が多く、AE 減水剤を用いた配合での報告は少ない。そこで、今回、長距離圧送で場所打ち杭の施工を行う工事において、事前にポンプ圧送性や圧送に伴うスランプの変化を確認することを目的に圧送試験を行った。本稿は、これらの結果について報告するものである。

2. 試験概要

(1)使用材料および配合

コンクリートの種類は、30-21-20N である。使用材料を表-1 に示す。コンクリートの配合は、場所打ち杭のため単位水量の上限値を 200kg/m³ とし、レディーミクストコンクリート工場の JIS 認証品である表-2 に示すものとした。

表-1 使用材料

材料	記号	種類	物性他	メーカーおよび産地
セメント	C	普通ポルトランド	密度3.16g/cm ³	太平洋セメント㈱製
細骨材	S1	砂	表乾密度2.56g/cm ³ 、粗粒率2.10	千葉県君津産
	S2	砕砂	表乾密度2.60g/cm ³ 、粗粒率3.70	大分県津久見市産
粗骨材	G	砕石2005	表乾密度2.70g/cm ³ 、実積率61.0%	大分県津久見市産
混和剤	Ad	AE減水剤	主成分：リグニンスルホン酸系	㈱BASFジャパン製

表-2 コンクリートの配合

コンクリートの種類	スランプ ¹⁾	水セメント比	細骨材率	単位量(kg/m ³)					
				水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤	
	(mm)	(%)	(%)	W	C	S1	S2	G	Ad
30-21-20N	21±1.5	50.9	47.2	197	387	543	232	907	3.87

(2)圧送条件

配管の配置概要図を図-1 に示す。配管は 5B 管を用い、配管長は約 160m とした。今回の配管の水平換算距離は、土木学会コンクリートのポンプ施工指針 2012 年版²⁾ (以下：ポンプ施工指針と称す。) より 262m と算出される。

ポンプ車の緒元を表-3 に示す。圧送は、吐出量を 30m³/hr, 50m³/hr および 75m³/hr 程度の 3 水準とし、各吐出量で 1 分間程度連続して行った。

(3)試験および計測項目

試験および計測項目を表-4 に示す。コンクリートの品質試験では、トラックアジテータと圧送後の筒先から同時に試料を採取し、圧送前後のスランプを測定した。試験は、2 台のトラックアジテータの試料で行った。

配管の圧力は、写真-1 示すようにフラッシュダイヤフラム型圧力計を図-1 のように水平管とベント管の前後の計 3 箇所を設置して測定した。圧力計の設置間隔は、圧力計 A と B が 44.0m、圧力計 B と C がベント管(R=0.5m, L=0.9m)と水平管部の 0.5m である。

実吐出量(以下：吐出量と称す。)は、ポンプ車のシリンダーのストローク所要時間から理論吐出量を求め、これにポンプ施工指針で示されるコンクリートポンプの機械効率 0.9 を乗じて算出した。

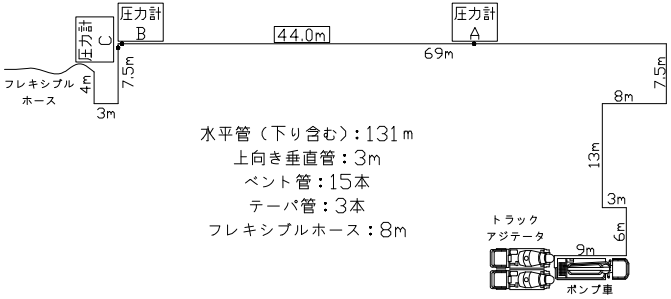


図-1 配管の配置概要図

表-3 ポンプ車の緒元

理論最大吐出量	高圧時70m ³ /h、標準時100m ³ /h
理論最大吐出圧	高圧時7.8MPa、標準時5.6MPa
コンクリートシリンダー径／ストローク長	φ205mm／1650mm
コンクリートシリンダー容積	54.5リットル

表-4 試験および計測項目

試験および計測項目	試験および計測方法
スランプ	圧送前後に測定
配管の圧力	配管に設置した圧力計より動ひずみとしてパソコンに記録
シリンダーのストローク所要時間	ストップウォッチで計測

キーワード 圧送性、管内圧力損失、大口径場所打ち杭

連絡先：〒286-0815 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設株式会社 TEL0476-36-2355

3. 試験結果

スランプは、トラックアジテータの1台目で圧送前 21.5cm が圧送後 21.0cm, 2台目で圧送前後ともに 22.0cm となり、圧送前後で大きな差は見られなかった。これより、今回の配合では、水平換算距離 262m 程度の場合、圧送がスランプに及ぼす影響は小さいと判断された。

配管の圧力の測定結果の一例(スランプ 21cm, 吐出力 27.9m³/hr)を図-2に、吐出力と水平管における管内圧力損失の関係を図-3に示す。なお、図中には、ポンプ施工指針で示される高性能 AE 減水剤を用いたスランプ 21cm の管内圧力損失の値を併記した。吐出力と水平管での管内圧力損失は、既往の結果²⁾³⁾と同様に吐出力の増大に伴い直線的に増加する関係が見られ、スランプ 21cm で吐出力が 27~74m³/hr の場合は、以下の(1)式の関係で表された。ポンプ施工指針で示される管内圧力損失と比較すると、吐出力 40m³/hr 程度で同程度となった。なお、スランプ 22.5cm の場合の管内圧力損失は、21cm の場合と同等で大きな差は見られなかった。

水平管の管内圧力損失【MPa/m】=

$$0.000177 \times \text{吐出力} [\text{m}^3/\text{hr}] + 0.00422 \quad \dots (1) \text{式}$$

次に圧力計 B と C の圧力差と(1)式の水平管の管内圧力損失から算出したベント管の水平換算係数を表-5に示す。ベント管の水平換算係数は平均 2.45 となり、ポンプ施工指針で示される値の 1/2 以下と小さく、日本建築学会コンクリートポンプ施工指針・同解説³⁾で示される 3 に近い値となった。これは、今回のコンクリートのスランプが通常の土木工事で用いられるスランプに比べて大きいことに起因すると考えられる。

4. おわりに

AE 減水剤を使用した単位水量の多い場所打ち杭のコンクリートについて圧送試験を行った。今回の試験の範囲では、以下の結果が得られた。

- ・水平換算距離 262m 程度の場合、圧送に伴うスランプの変化は小さかった。
- ・水平管の管内圧力損失は、高性能 AE 減水剤を用いた同一スランプのコンクリートと同程度であった。
- ・ベント管の水平換算係数は、ポンプ施工指針で示される数値の 1/2 以下であった。

ただし、今回は測定回数が少ないため、施工時に圧送に伴うスランプの変化等についてデータを蓄積していく予定である。

【参考文献】

- 1) 池本宏文, 鈴木啓晋, 渡邊久智, 今野博史: 生まれ変わる JR 千葉駅 駅改良工事での大口径場所打ち杭の施工, セメント・コンクリート, No.799, pp.9-15, 2013.9
- 2) 土木学会: コンクリートのポンプ施工指針【2012年版】, コンクリートライブラリー135, 2012.6
- 3) 日本建築学会: コンクリートポンプ工法施工指針・同解説, 2009.12



写真-1 圧力計の設置状況

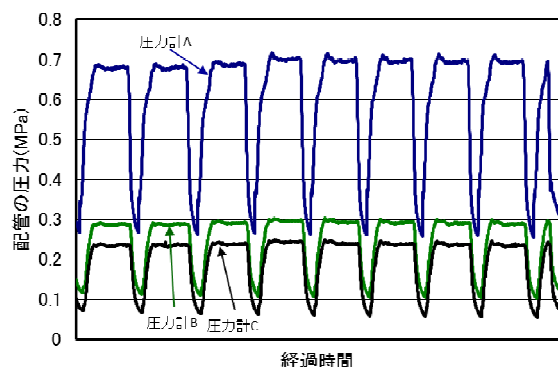


図-2 配管の圧力の測定結果の一例

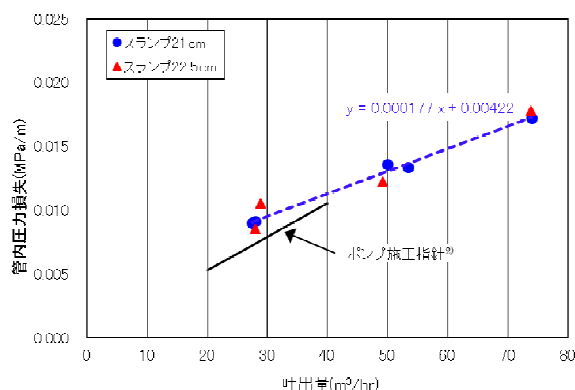


図-3 吐出力と管内圧力損失

表-5 ベント管の水平換算係数の算出値

吐出力 (m³/hr)	ベント管の配管圧力		水平管の場合の 推定管内圧力損失 (MPa)	水平 換算係数	
	ポンプ車方 ①	筒先方 ②		(①・②)/③	
27.5	0.2540	0.2332	0.0082	2.55	2.45
53.4	0.4327	0.4037	0.0123	2.36	