

V-252 ポンプ打設法枠工法（コンクリート）の開発

ライト工業開発本部開発部 正会員 近藤 巻廣
 ユニラップ推進室 杉山 好司
 開発本部 正会員 佐丸 雄治
 宇都宮機材センター 横山 亘

1、はじめに

法面上の法枠打設工法に於いて、従来の吹き付け工法に有りがちなバウンドロスの咬み込み、圧送距離の限界等の不備を克服するため、当社が開発してきたポンプ打設法枠工法は、モルタルを打設材料として完成し商品化されている。施工事例として、揚程130m、圧送長360m（水平換算距離約 600m）、指定強度 $\sigma_{cx}=210\text{kgf/cm}^2$ の実績を残してきた。次の段階としてコンクリート仕様の設計に対応するためコンクリートを打設材料とした打設工法の完成を目指し開発実験を実施した。

2、目的

モルタル打設と同等あるいはそれ以上の施工性・品質を伴うコンクリート打設方法の確立を目的とする。
 ・施工性の確保として、一定のスランプ値を得るための粗骨材比率とW/Cとの関係、スランプ値・吐出量と圧送負荷・圧力損失・スランプロスとの関係を解明し、
 ・品質の確保として、配合（粗骨材比率・W/C）と圧縮強度との関係、欠陥の有無を解明する事により、現場使用材料、現場仮設条件等に応じた配合比、配管設備、圧送方法等を確立する。

3、実験方法

実験設備 揚程約30mの斜面下方に全自動プラント・高圧ポンプを、斜面法肩に勾配1:0.6の人工斜面及び実験法枠（幅500mm、高さ500mm、長さ1.0m、実寸配筋）を設置した。配管部材及び配管長は表の通りである。

実験水準 材料の配合比では、粗骨材比率を主要な影響因子とし、対セメント重量比 0.5、1.0、2.0、及び比較材料としての1:3.6モルタルを実験水準とし、他に2種類の細骨材、2種類の練り上げスランプ値等計11水準で実施した。施工条件では、圧送時及び打設時、吐出量を実験水準とした。

計測項目・計測箇所 フレッシュコンクリートに対してはスランプ値とし、計測箇所はプラント混練り直後（以後「ミキサー」と称する）、圧送管先端エア合流前（以後「Y字管」と称する）、打設後（以後「ノズル」と称する）の3箇所である。

硬化物に対しては単位容積重量・圧縮強度（材令28日）とし、採取位置はミキサー及び打設法枠よりのコア採取（以後「フレーム」と称する）とする。

圧送性に対してはポンプ吐出量及び圧送時・打設時の各圧送圧力とし、圧力の計測位置は表に示す圧力計の位置（以後「G-1」～「G-5」で表記する）である。

表-1 実験配管

配管 ユニット	配管部材	配管長 m	揚程 m	圧力計
ポンプ 圧送部	100H~80H	11.95	0.4	G-1
	80H~80S	88.25	7.9	G-2
	80S	34.7	22.4	G-3
	80S×65G	1.6	-0.4	G-4
	65G ホース	40.0	0.0	G-5
エア 搬送部	エア投入器	0.6	0.0	
	50mm ホース	23.0	0.0	
ポンプ圧送長		176.5	30.3	
全配管長		200.1	30.3	

表-2 配合比 セメントに対する重量比

配合材料		コンクリート	モルタル
セメント	N P	1.0	1.0
細骨材	川砂 A, B	3.0 (A, B)	3.6 (A)
粗骨材	6号碎石	0.5, 1.0, 2.0	—
混合材	フライアッシュ	0.2, 0.3	0.2
R S A 剤		1.5 %	1.5 %
高性能AE減水剤		1.5 %	1.5 %
水セメント比(W/C)		56~63 %	64, 67 %

4、実験結果及び考察

図-1にW/Cとミキサーのスランプ値との関係を示す。細骨材に砂Aを使用した場合、粗骨材の配合比に関わらずW/Cとスランプ値との間に相関性が認められる。砂Bの場合は、砂Aより約6%低いW/Cで同一スランプが確保できる。

図-2にミキサーからY字管を経てノズルまでのスランプ値の変化を示す。コンクリートはモルタルに比較しY字管～ノズル間でのスランプ値の低下が少なく、ノズルでの目標値が得られない。コンクリートでは5cm程度低いミキサースランプ値が適性と考えられる。

図-3に揚程による自重圧を補正した各計測位置での圧送圧力を示す。粗骨材が多い程圧送圧力が低く、1:3:0.5はモルタルと同様の挙動を示す。

図-4に圧送時のG-2での圧送圧力と吐出量(u)との関係を示す。以下の傾向がある。

- ・吐出量が増加すると圧送圧力が上昇する。
- ・粗骨材が増加すると圧送圧力が低下する(1:3:2)。
- ・粗骨材が減少すると圧送圧力が上昇し、モルタルに近づく(1:3:0.5)。
- ・スランプ値が低下すると圧送圧力が上昇する。

図-5にW/Cとフレーム圧縮強度(σ_F)及びミキサー圧縮強度(σ_M)の関係を示す。幾分ばらつきはあるが、配合比、細骨材の種類に関係なく、圧縮強度はW/Cにより決定される。フレームは現場屋外養生であるが、目標強度 $\sigma_{F28} \geq 210 \text{ kgf/cm}^2$ を確保するためには、W/Cを59%以下にする必要がある。

欠陥としては、コンクリートは粗骨材比率が大きくなると、スガ若干発生する。エア打設という独特の過程のため、鉄筋が障壁となり陰ができる事による。

5、まとめ

施工性の点では、コンクリートはモルタルに比較して、同一スランプ値で圧送負荷が小さく、同一負荷で揚程・圧送距離が延び、又は吐出量を大きくできる。

品質の点では粗骨材比率が1以下でモルタルと同様のW/Cとスランプ値の関係があり、粗骨材比率よりも砂の品質が大きく影響している。圧縮強度は他の配合比に関わらずW/Cで決定される。欠陥は粗骨材比率が2の時、若干多くなる。

配合比1:3:1のコンクリートはモルタルより施工性が良く、同一の施工条件では5cm程度低いスランプ値即ち低いW/Cで施工可能であり、圧縮強度を増加させる事ができ、モルタルと同等以上の品質が確保できる。

