

VI-74

T-N-T-Lコンクリートの製造管理について

戸田建設（株） 正会員 内藤 将史
 戸田建設（株） 正会員 岡村 光政
 戸田建設（株） 正会員 中村 隆浩
 技術資源開発（株） 齊藤 祐之

1. まえがき

T-N-T-L工法に使用する急硬性コンクリートは、各ポンプで圧送されたベースコンクリートと急硬材スラリーを打設口近傍に装備した混合打設装置を用いて連続生成し型枠内に打設する。このような1.5ショットの打設方式においては所要品質を満足する急硬材添加率の管理が重要であり、そのためコンクリート及び急硬材スラリーの流量測定方法を確立し、混合打設装置の攪拌性能を確認する必要がある。

本報では、T-N-T-Lコンクリートの製造実験において、急硬材添加率の管理方法と混合打設装置の攪拌性能について得られた結果を報告する。

2. T-N-T-Lコンクリート製造実験の概要

図-1に製造実験の使用機械及び計測器のブロック図、表-1にその基本仕様を示す。ベースコンクリートはピストン式のコンクリートポンプで、また、急硬材スラリーは同プラントに装備したポンプにより各々圧送する。混合打設装置は図-2に示すように油圧モーターで駆動し、根元にオーガを先端に攪拌翼を持つ構造としている。コンクリートポンプの圧力計は、メインシリンダーの1ストローク駆動時間を測定するため、左右シリンダー切換バルブの油圧配管に設置した。急硬材スラリーの圧送流量は電磁流量計を用い、混合打設装置の作動状況は回転計を設置して測定した。

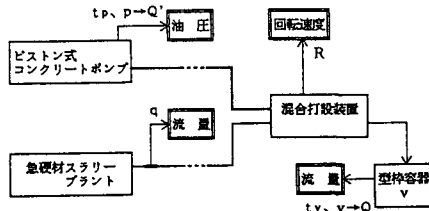


図-1 製造実験ブロック図

表-1 機械、計測器の仕様

使用機械	仕様	使用センサーの種類
混合打設装置	回転数 160rpm スクレイパー外径 200mm 理論吐出量 42.5m ³ /hr 油圧モーター OMS315	回転エンコーダ (軸直結タイプ)
ピストン式 コンクリートポンプ	形式 PT60-20M 理論吐出量 60.0m ³ /hr	圧力センサー (歪変換タイプ)
急硬材スラリー プラント	スラリーポンプ 理論吐出量 50 t/min キャパシタ容量 200 t	電磁流量計 (AM2020)

表-2には製造実験に用いたコンクリートの基本配合を示す。急硬材スラリーはこの配合に応じて流量調整して圧送しなければならない。No.1は通常の配合であり急硬材添加率を内割りで15%としている。また、No.2はスチールファイバーによる補強コンクリート用であり、ポンプ圧送性を考慮して単位セメント量を増し急硬材を外割15%添加している。尚、実験は冬期に実施したため、打設時のコンクリート平均温度は約10°Cである。

3. 実験結果及び考察

各センサーによる計測結果の一例を図-3に示す。①～③の波形は順にポンプシリンダーの切換え圧力、急硬材スラリーの

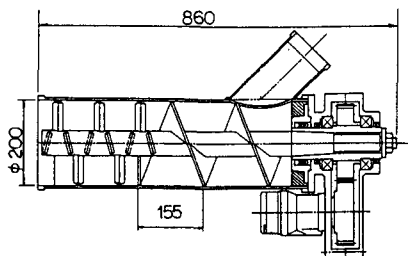


図-2 混合打設装置

表-2 コンクリートの基本配合

No	Gmax (mm)	SL (cm)	Air (%)	Base W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)											
						ベースコンクリート										急硬材スラリー	
						W1	C	S1	S2	G	WR	SF	W2	RH	ST		
①	15	10±2	7±1	57.2	46	170	297	630	161	961	0.74	—	29	53 ¹⁾	1.40		
②		18±2		50.0	55	180	360	720	185	764	0.90	80	0.4	54 ²⁾	1.66		

備 考
 ・WR: AE減水剤 (C×0.25%)、・SF: スチールファイバー (外割V₀₁×1%添加)
 ・RH: 急硬材 [1) 内割15%添加 ((C+RH)×15%)、2) 外割15%添加 (C×15%)]
 ・ST: 凝結調整剤 (ST=(C+RH)×0.4%)

圧送流量、混合打設装置攪拌軸の回転速度の結果である。ポンプシリンダーの切換え圧力①は、図示されるようにパルス信号として得られ、その繰り返し時間 $T(sec)$ がポンプシリンダーの駆動時間として捉えられる。急硬材スラリーの圧送流量②は、コンクリート圧送による脈動の影響により若干の変動はあるが、所定流量で安定供給されているのがわかる。混合打設装置攪拌軸の回転速度③については、ベースコンクリートの圧送量やコンシステンシーの違いにより回転数の変動率は異なるが、平均回転数に対する変動率は最大3%程度に安定している。また、スチールファイバーコンクリートの場合にも、そのせん断抵抗の増加により同変動率が6%と大きくなるが、閉塞等の問題なく打設することができた。

図-4にポンプシリンダーの駆動時間 T と実測流量の関係を示した。マーク○、●は各々ベースコンクリート、混合打設した急硬性コンクリートの結果である。図示した実線は、ベースコンクリート圧送データのみの回帰線である。急硬性コンクリートの結果は、混合打設装置への圧送抵抗によりコンクリート圧送量が低減する。しかし、所要品質を保証する急硬材添加率の許容範囲(15±2%)から決定されるコンクリート流量の許容限界(図中の破線)内にあり、ベースコンクリートの回帰線を規準として流量を予測することができる。

図-5は急硬性コンクリートの圧縮強度変化の代表値を示したものである。図中に現場養生(○)と5時間現場養生後に20℃室内養生(1日後、水中養生：●)及び室内試験練り(▲)の結果を示す。室内試験練り結果と比較して現場→室内養生の結果は約10%程度低めの値を示すが、打設時のコンクリート温度を考慮すると十分な強度発現性能が得られているものと考えられる。また、図示していない脱型時強度(材令30分)は4~8 kgf/cm²程度の強度発現があり、所要強度の5kgf/cm²をほぼ満足する結果が得られている。

ベースコンクリートの圧送量に対して流量調整して圧送された急硬材スラリーの添加率や攪拌状態をミクロ的に検証するため、混合打設装置から吐出されるコンクリートを直接、供試体(10φ×20cm)に採取し、材令4週後にJIS R5202 ポルトランドセメントの化学分析方法に準じて配合分析を行った。ポンプ圧送量より計算される添加率14.7~15.1%に対し、分析結果による添加率推定値は10.7~19.6%の範囲にあり、その95%信頼区間は15.2±1.7%であるため、許容添加率15±2%を満足する結果となっている。

4. あとがき

以上述べたように、実用範囲の限定された条件ではあるが、ベースコンクリートの流量予測手法の適用により、所定の急硬材添加率を管理することができ、混合打設装置の攪拌性能についても強度発現性能及び配合分析結果より実用上問題ないことが確認された。また、スチールファイバーコンクリートについても本システムに適用できることを検証した。今後は、本システムの適用範囲拡大や練混ぜ機構の解明(回転翼の形状、回転数)を行い、より安定した品質のコンクリート製造システムを構築する所存である。

(参考文献)

「圧着コンクリート覆工法における急硬材混合打設装置について」土木学会第46回年次学術講演会

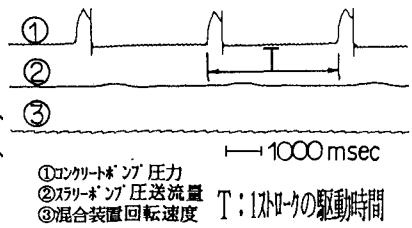


図-3 測定波形の一例

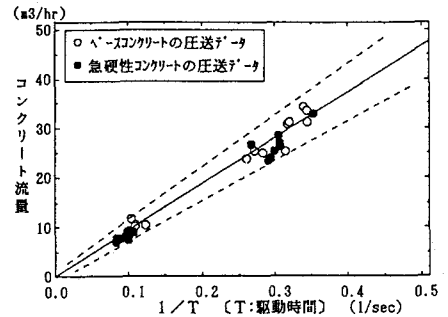


図-4 コンクリートの流量予測

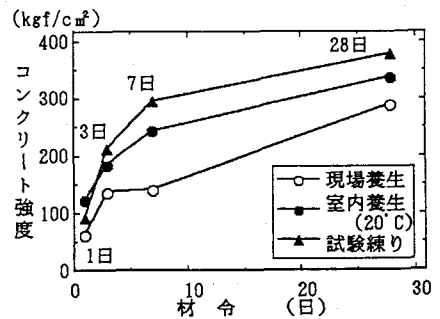


図-5 コンクリートの圧縮強度