

V-465 高流動コンクリートの高落差自然流下打設実験（その1）

— 管内流下速度について —

三菱重工業(株) 正 伊藤貴司
 中部電力 正 川上康博
 ” 正 浦上博行
 三菱重工業(株) 正 田村一美

1. はじめに

揚水発電所の埋設式水圧鉄管の填充コンクリートは、斜坑の場合は既に高流動コンクリートが適用された例もあるが¹⁾、鉛直立坑の場合は普通コンクリートを使用して、バケット打設が一般的であり、打設効率の点で施工法の改善が望まれる。填充コンクリートの急速施工法として、高流動コンクリートを用いた配管内自然流下方式による打設が考えられる。しかし、立坑の長さが数百メートルにも及ぶ場合、高落差を流下することによる材料分離などのコンクリートの性状の劣化が懸念される。そこで、既設火力発電所煙突を使用した流下試験（最大落差180m）を行った。本報は、その試験方法を示し、管内流速の考察を行ったものである。

2. 試験の概要

高流動コンクリートの流下試験は、高さ220mの煙突を利用し、流下用配管(4B)を所定の高さに設置し、配管最上部に設置したホッパーにコンクリートを充填後、ホッパー直下に設置したピンバルブを開放することにより流下させた。試験設備を図1に示す。配管には約30mピッチでエアバルブ（空気取入れ口）及び圧力計（管内圧力計測用）を設置した。試験で変化させたパラメータは次の通りである。

①配管(4B)長：60, 120, 180m ②エアバルブ：全開、全閉、一部開

流下試験は上部ピンバルブを開放し、全コンクリートを流下させる連続流下試験と配管下端の下部ピンバルブを閉め、コンクリートを配管内に充填後所定時間静置した後流下させる閉塞後流下試験の2種類を実施した。流下後のコンクリートは、コンクリート受け容器（鋼製容器）で受けるか、実機を模擬した幅50cm、長さ約10mの型枠内を流動させた。コンクリートは、約1m³のバケットに入れ、ウィンチにより上部まで搬送した。流下量は最大1.5m³とした。なお、流下試験の直前に先送りモルタルを流下させ、これをコンクリート流下時の緩衝材として利用した試験も実施した。使用した高流動コンクリートの仕様、材料及び配合を表1、2及び3に示す。

表1. コンクリート仕様

スランブフロー(cm)	70±5
Vロート 流下時間(秒)	10~30
空気量(%)	4.5 以下

表2. 使用材料

セメント	C	普通ポルトランドセメント（比重3.15）
細骨材	S1	山砂（比重2.57）
	S2	高炉スラグ（比重2.72）
粗骨材	G	砕石（20mm, 比重2.67）
混和材	FA	フライアッシュ（比重2.20）
混和剤	SP	高性能A E減水剤

表3. 高流動コンクリートの配合

ケース	W/(C+FA) (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)						SP (%)
				W	C	S1	S2	G	FA	
実験1	36.0	52	4.5	180	300	552	250	750	200	1.2

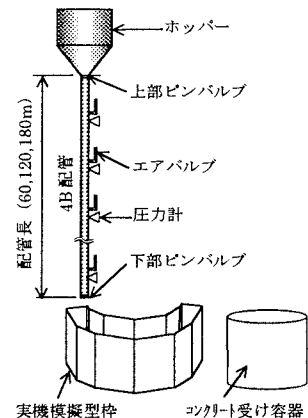


図1. 試験設備概要

キーワード：高流動コンクリート、自然流下、流速、管内流動

連絡先：☎652-8585 神戸市兵庫区和田崎町1-1-1 ☎078-672-5542 E-mail ito@stl.kobe.mhi.co.jp

3. 試験結果及び考察

3.1 流下状況

配管先端から排出されるコンクリートは、エアーバルブ全開の状態では塊状に断続的に流下した。エアーバルブを全閉した状態では塊の状態はほとんど無く連続して流下した。閉塞後流下試験では、配管内に約10～35分間静置したが、閉塞することなくスムーズに流下した。

いずれのケースもコンクリートは満管状態では流下していないものと考えられる。また、流下したコンクリートはいずれも材料分離等はみられなかった。

3.2 配管内圧力

配管側面に取付けたフランジタイプの圧力計（土圧計）による流下時の計測結果例（上部ホップ直下）を図2に示す。同図に示すように、エアーバルブの開閉の違いにかかわらず負圧となっているが、バルブ全閉の方が大きい。また、コンクリートが圧力計に到達した直後からの圧力の立ち上がり（勾配）は、バルブ全閉の方が大きく、負圧も大きい。上述（3.1）で述べた現象は、この圧力の違いが原因であると考えられる。即ち、上部ホップ直下の負圧が大きいほどホップから配管へコンクリートが吸い込まれ、供給がスムーズに行われるためと考えられる。

3.3 流下速度、流量

表4に代表的ケースの流下量、流下量及び流下に要した時間から算出した流量、流下距離を上部ピンバルブ開から配管先端への本流到達時間で除した平均流下速度を示す。同表より、エアーバルブ全閉の方が流下速度が非常に速く、流量も大きくなっている。コンクリートは満管状態では流れておらず管壁の摩擦の影響は小さいものと考えられることから、空気抵抗の違いが大きな要因と考えられる。

4. 想定実機の流下速度の推定

配管内を流下するコンクリートを球と考え、空気の抗力を考慮した力の釣り合い式及びコンクリート球の前後での空気の入出量は一定（配管内外への空気の入出は無い）とする条件より、配管先端でのコンクリート球の落下速度を算出した。結果を図3に示す。同図には、本実験で実測した落下時間より同手法を用いて算出した配管先端での速度、コンクリート球が空气中を自由落下する場合の速度を合わせて示した。同図から、落差180m近傍では既に落下速度はほぼ一定速度に達しており、想定実機の落差500mでも約45m/s程度に納まるものと推測される。

5. まとめ

4B配管内を自然流下させた高流動コンクリートの落下速度は、落差180mで既にほぼ一定速度に達しており落差500mでも最大45m/s程度と推測され、落下速度増大による材料分離等の問題は生じないものと考えられる。

〔参考文献〕1) 土田他, 石炭灰を主材とする高流動コンクリートの開発と施工, 電力土木, No. 247, 1993. 9

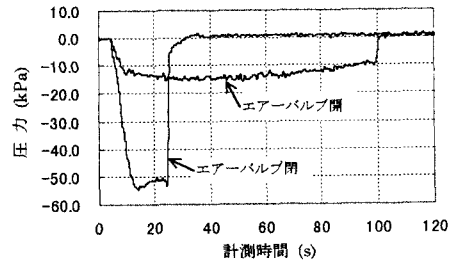


図2. 配管内圧力計測結果例

表4. 流下量、流下速度の例

落差(m)	17-バルブ	流下量(m³)	流量(m³/h)	流下速度(m/s)
180	全開	0.71	27	17
	全閉	0.71	123	28

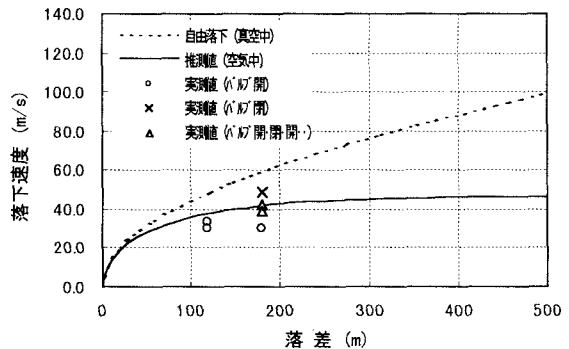


図3. 落差と落下速度の関係