

高所への長距離圧送によるコンクリート打設について

国土交通省 近畿地方整備局 大和川河川事務所 工務課 菅野 豊
 (株) 鴻池組 長殿地区河道閉塞緊急対策工事 荒川 淳二、寺西 克彦
 (株) 鴻池組 土木事業本部土木部 森山 祐三、内田 博之、正会員○為石 昌宏

1. 概要

長殿地区河道閉塞緊急対策工事は、平成 23 年 9 月の台風 12 号の大雨により奈良県の十津川村長殿谷において約 675 万 m^3 の土砂が崩落して発生した土砂ダムの崩壊を防ぐため、堤頂部ならびに堤体斜面部に仮排水路を築造する緊急工事である。本工事では、作業員や建設機械が容易に近づくことのできず非常に危険性が高い場所での作業となったことから、物資や人員はヘリコプターで輸送し、崩落の危険性を有する箇所ではバックホウの無人化施工を実施した。また、仮排水路（延長 382m）の内、堤体斜面の水路形式は、急斜面での施工性と実績を考慮し、布製型枠による水路被覆工法を選定した。この施工にあたり、スランプロスが少なく流動性に優れるコンクリートを適用して、最大高低差 155m で 1000m を超えるコンクリートの長距離圧送を実施したので、ここに報告をする。

2. コンクリート打設方法（ポンプ圧送方法）

平面図および縦断面図を図-1に示す。堤体斜面下流側の沢部は崩壊土砂が堆積しているため強度が弱く、早急に安定した仮設道路を施工することが困難であった。そのため、コンクリート打設には、仮排水路下端より約 1000m 離れた既設砂防ダム地点にコンクリートポンプを設置し、最大高低差 155m、最長で約 1100m 距離をポンプ圧送する必要があった。まず、コンクリートの圧送抵抗を軽減させるために、配管の全ジョイント部に凹凸の継手をカップリングで締め付けるインロータイプを使用することとした。インロータイプは、配管振動が少なく、継手部でのモルタルの吸収量が少ないため圧力損失が 10%以上少なくなるというメリットがある。その反面、一般のワンタッチタイプのように伸縮・偏心・曲りの吸収ができない。そこで、配管設置部の地盤を出来るだけ平坦に均し、ベント管の個数を約 15%低減した。これらの結果、水平換算配管は 1164m、圧送負荷は 14.2MPa になった。この条件に合った圧送ポンプとして、超高压油圧式(最大吐出量;47 m^3 /hr、最大吐出圧力;22.0MPa)を選定した。なお、本ポンプで直接打設するのではなく、圧送のオンオフや打設速度の調整を行い易いように、打設箇所で打設用ポンプ(最大吐出量;35 m^3 /hr、最大吐出圧力;4.1MPa)に受け替える計画とした。また、急斜面での段取り換えを考慮し、キャタピラ式のものを使用した。

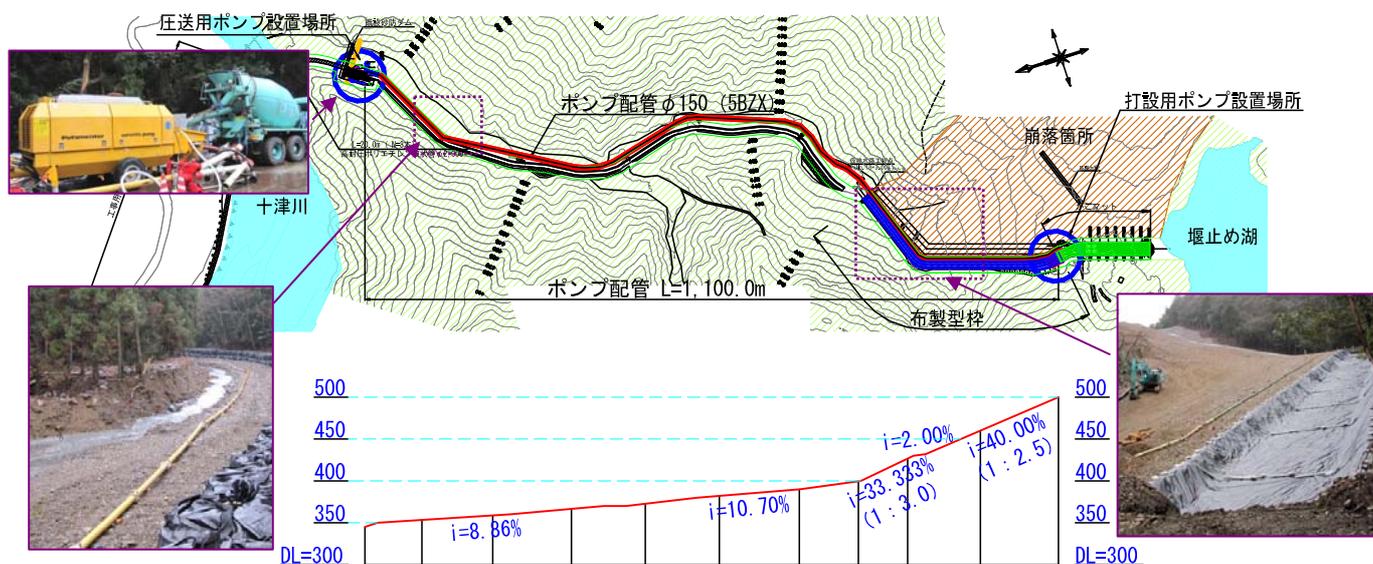


図-1 コンクリート圧送概要

キーワード 長距離ポンプ圧送, スランプロス, スランプフロー

連絡先

〒530-8517 大阪市北区梅田 3-4-5 (株) 鴻池組 土木事業本部技術部 TEL06-6343-3212

3. コンクリート配合

表-1に布製型枠工法の配合条件を示す。本工法は、ポンプ圧送によりコンクリートを型枠マット内に打込み、コンクリートの流動性により隅々まで行き渡らせることにより、均一なコンクリートの躯体を施工するものである。しかし、先述したように、長距離ポンプ圧送を必要とすることから、優れた流動性と分離抵抗性に加えて、スランプ保持性が重要となる。以上から必要なスランプは、型枠への充填性と長距離ポンプ圧送の実績から 21cm~23cm (スランプフロー値 35cm~50cm) に設定した。また、工場からの運搬時間を 40 分、計画打設速度を 20m³/h として圧送開始から打込みまでを約 50 分、および打込み位置の移動等に伴う中断時間を最大 30 分程度とし、その結果、必要スランプ保持時間を 120 分とした。

これらの条件の基に試験練りを実施し、決定したコンクリートの配合表を表-2にその使用材料を表-3に示す。なお、経過時間に対するスランプ保持性は確保できたが、実施工では約 14MPa の高圧が作用することを考慮し、現場到着時にアジテータ車にポンプ圧送助剤を添加することとした。圧送助剤を無混和の場合の 120 分経過後のスランプロスが 3cm (フロー値) であるのに対し、混和した場合のスランプロスは概ね 0cm となり、スランプ保持性を更に改善できることを確認できた。

4. 打設状況

表-4にコンクリートの荷降ろし時の性状と圧送後の性状を示す。圧送後のコンクリートは、荷降ろし時から約 75 分経過しているにも関わらず、スランプロスが発生していなかった。これは、コンクリート温度が 12℃と比較的低い状態であったことから、高性能 AE 減水剤およびポンプ圧送助剤のスランプ保持成分がよく機能していたためと考えられる。

強度についても、圧送前後の差は殆ど見らなかった。このことから、コンクリートが加圧された状況下においても、脱水などの分離を生じることなく安定した性状を保持していたと考えられる。

なお、施工中のポンプ圧送圧力の平均値は約 13.5MPa、最大値で 14.1MPa であった。この値はコンクリートポンプ施工指針案の式から算定される圧送負荷値とほぼ同等かそれよりやや小さい値であることが確認できた。

5. まとめ

本工事は、水平換算距離 1164m、高低差 155mの長距離ポンプ圧送を実施しなければならない困難な条件であったが、圧送ポンプ、配管構成およびコンクリートの性状を適切に設定したことで、長距離圧送に伴うコンクリートの流動性の低下を大幅に抑制することができ、充填性の良いコンクリートを打設することできた。

参考文献 1) 土木学会 : CL.100 コンクリートのポンプ施工指針[平成 12 年版]

表-1 配合条件

項目	基準値
設計基準強度	18 N/mm ²
スランプ(フロー)の範囲	21(40)cm以上
最大骨材寸法	25 mm

表-2 配合表

最大骨材寸法(mm)	水セメント比(%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m ³)							
			水 W	セメント C	細骨材		粗骨材		混和剤	
					S1	S2	G1	G2	SP	PA
25	48.0	52.0	185	384	441	441	409	406	2.688	0.125

表-3 使用材料

種類	仕様
C セメント	普通ポルトランドセメント、密度3.16
W 水	
S1 細骨材(川砂)	十津川産、表乾密度2.59、F.M.=2.95
S2 細骨材(山砂)	御所市東佐味産、表乾密度2.64、F.M.=2.59
G1 粗骨材(2515)	十津川産、川砂利2015、表乾密度2.62
G2 粗骨材(1505)	十津川産、川砂利1505、表乾密度2.62
SP 高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系
PA ポンプ圧送助剤	オキシカルボン酸塩粉末(後添加)

表-4 コンクリート性状

	荷降ろし時(圧送前)	打設ポンプ(圧送後)
経過時間(分)	0	75
スランプ(cm)	22.0	22.0
スランプフロー(mm)	40.0×38.0	40.0×38.0
空気量(%)	4.2	3.4
温度(℃)	13.0	12.0
圧縮強度(N/mm ²)	7日	26.5
	28日	42.4



写真-1 圧送後のコンクリート



写真-2 打設状況