

V - 186

高流動コンクリートの実施工への適用
—奥美濃水力発電所水車ケーシング周りの施工—

中部電力（株） 正会員 三浦 雅彦
中部電力（株） 山本 甚吉
鹿島名古屋支店 木場 晋平
鹿島技術研究所 正会員 坂田 昇

1. はじめに

地下発電所の水車ケーシング周り部は、高密度な配筋となり、また、複雑な形状となるため、パイプレータ等による振動締固めが極めて困難であり、充填しにくい。そこで、この部分に、最近開発された高流動コンクリートの使用を考え、微粉末に石灰石粉を、また、増粘剤に水溶性ポリサッカライドを用いた高流動コンクリート（NVコンクリート）の配合¹⁾について検討し、実施工に適用したので、その結果の概要について報告する。

2. 構造物の概要

今回の対象は図-1に示す水車ケーシング下部であり、その周りに充填するコンクリート部分のうち、図に示す部分（高さ2.15m、コンクリート量約280m³）が、高密度配筋で、充填のしにくい形状であるため、高流動コンクリートの使用を検討した。図において水車ケーシング下部は、逆打ちとなる部分もあり、従来は、パイプレータ等が入らないためコンクリート打込み後、未充填部にモルタルを注入することによって対応していた。鉄筋量は、多いところで250kg/m³、平均150kg/m³であり、写真-1に示すようにかなりの高密度配筋（主にD25ctc200で多段配筋）である。

3. コンクリート配合

高流動コンクリートの配合は、施工条件や構造物に要求される品質等によって異なる。今回の条件は以下のとおりであった。

①生コン工場から施工現場までの運搬時間は60分程度となること。また、ケーシング下部までコンクリートを充填させるため、高い流動性と長時間にわたる流動性保持が要求されること。②設計基準強度が240kgf/cm²である（マスコンクリートとなるため温度ひびわれ制御の観点から過剰強度は好ましくない）。

以上の条件を踏まえて、配合条件を①目標スランプフロー65±5cm、②流動性の保持時間180分（3時間）、③呼び強度290kgf/cm²として机上検討及び配合試験を行い、表-1に示す配合を決定した。

4. 実施工の概要

4-1 製造及び運搬 製造はプラントミキサ（強制二軸式、容量1.5m³）を用いて行い、1バッチ1.3m³を練りませ、4バッチ分5.2m³をアジテータ車に積んで出荷した。練りませ時間は、材料投入から排出までを60秒とした。練りませ量約30m³ごとに細骨材の表面水を測定し、

水分補正を行った。コンクリートの運搬時間は60分程度であった。

4-2 フレッシュコンクリートの品質 フレッシュコンクリートの品質として、スランプフロー及び空気量を測定した。測

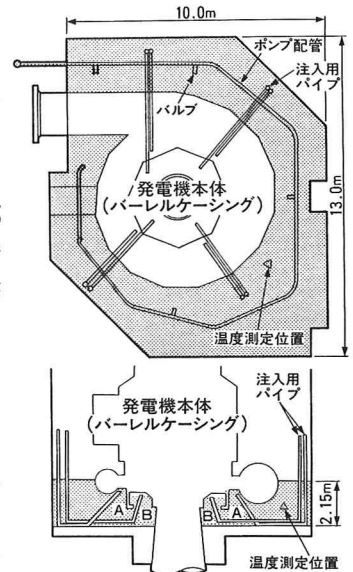


図-1 構造物の概要

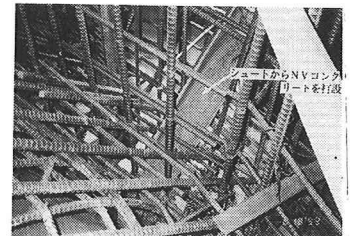


写真-1 配筋状況

表-1 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)					SP剤 (C+SD)×% (kg/m ³)	AE剤 (C+SD)×% (kg/m ³)	特殊増粘剤 (kg/m ³)
				W	C	SD	S	G			
60.0	44.9	65±5	4±1	175	292	249	696	877	2.1	0.03	0.35

セメント：普通ポルトランドセメント（比量3.16）、石灰（SD）：石灰石粉（JIS A 5008、純度98.71%）

細骨材：川砂（比量2.58、F. M. 2.79、含水率2.02%）、粗骨材：川砂利（Gmax25mm、比量2.65、F. M. 7.28、含水率1.30%）

高性能減水剤：β-ナフタリンスルホン酸塩、AE剤：ゲルソルベジン、特殊増粘剤：水溶性ポリサッカライド（SP剤）

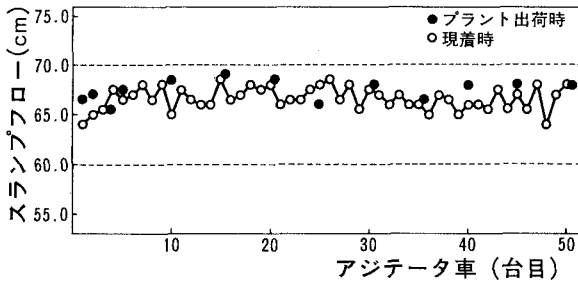


図-2 スランプフロー試験結果

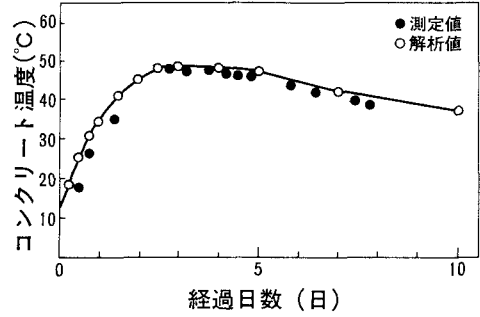


図-3 コンクリートの温度履歴

定はプラント出荷時及び現着時とし、ともに5車に1回としたが、現着時のスランプフローについては全車について実施した。図-2に示すように、スランプフローはプラント出荷時から現着時における変化はほとんどなく、また、現着時のスランプフローは、63.5～69.0cm（平均66.6cm，標準偏差1.1cm）と非常に安定した流動性が得られた。このように安定した流動性を有するコンクリートを製造することができた一つの理由として、今回用いた特殊増粘剤²⁾の効果が考えられる。空気量は、プラント出荷時 $7\pm 1\%$ とすることによって現着時の空気量を $4\pm 1\%$ とすることができた。なお、ブリージングはまったく生じなかった。現着時のコンクリート温度は $12\sim 14^{\circ}\text{C}$ であった。

4-3 打込み状況 コンクリートはポンプ車によって打込んだ。ポンプの配管（5 $\frac{1}{4}$ 管）を図-1に示すようにケーシング周りに行い、バルブを5か所に設置し、バルブを順次開閉することによって最大流動距離を5mとし、コンクリートがケーシング周り全域に均等に行き渡るようにした。パイプレータ等による締固めは一切行わなかった。図-1に示すケーシングの下部2か所A部及びB部にはコンクリートが行き渡らないことも考えられたため、打込み後、高流動コンクリートをその部分に直接打込めるようにそれぞれ4本注入用パイプを設置した。打上り速度は0.3～0.4m/hとした。結果として、コンクリートはほぼ全域にわたって粗骨材の分離もほとんどなく十分に充填した。ケーシング下部についても図-1に示すようにA部には十分充填したが、B部の一部にコンクリートを充填することができなかった。そこで、B部につながる注入用パイプを1本用いて高流動コンクリートを打込んだ。コンクリートはポンプによってスムーズに打込むことができ、ケーシング下面に設けた空気抜き穴からコンクリートが流出したことによって充填していることを確認し、約6時間で打設を完了した。

4-4 コンクリートの温度上昇 図-1に示す位置で測定したコンクリートの温度履歴は図-3に示すとおりであり、温度上昇量は 35°C で事前に解析した結果とほぼ同じであった。今回用いた高流動コンクリートでは、石灰石粉及び高性能減水剤が温度上昇に影響することも考えられたが、普通ポルトランドセメント、セメント量 $292\text{kg}/\text{m}^3$ として土木学会コンクリート標準示方書により算出した解析結果と測定値がほぼ一致したことからそれらの影響はほとんどなかったものと考えられる。

4-5 硬化コンクリートの性質 現着時のコンクリートについてアジテータ車10車に1回の頻度で $\phi 10\times 20\text{cm}$ の供試体を作製し（計5回）、圧縮強度及び静弾性係数試験を行った。その結果、材令28日で、圧縮強度は $296\sim 333\text{kgf}/\text{cm}^2$ （平均 $313\text{kgf}/\text{cm}^2$ ，変動係数4.7%），静弾性係数は $2.59\sim 2.76\times 10^5\text{kgf}/\text{cm}^2$ （平均 $2.66\times 10^5\text{kgf}/\text{cm}^2$ ，変動係数2.5%）であり、呼び強度 $290\text{kgf}/\text{cm}^2$ に対して過剰強度とならず適切な強度が得られた。

5. おわりに

今回の施工によって、微粉末に石灰石粉を、また、増粘剤に水溶性ポリサッカライドを用いた高流動コンクリート（NVコンクリート）の適切な配合を選定することによって、多量打設の場合にも安定した流動性を有する高流動コンクリートを製造できることが分り、また、高密度な配筋で形状が複雑な部材においても締固めを行わなくとも十分に充填することが分った。今後はこれらの施工実績を基にしてさらに次号機での施工を行い、よりの確なコンクリートの製造法及び施工法を確立していく予定である。

（参考文献）

- 1) 万木，坂田，岩井；特殊増粘剤を用いた締固め不要コンクリートに関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.14-1,1992
- 2) 坂田，中下，深田，万木；高流動コンクリートの配合が施工性及び充填性に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.15-1,1993