

## CF 型枠工法を用いた大深度立坑の構築施工実績

鹿島建設(株) 正会員 漆崎達也 丸山深直 池元康彦 小池裕之 ○沼野友伸 辻 良祐

## 1. 概要

思川開発事業は栃木県鹿沼市に位置し、思川支川の南摩川に南摩ダムを建設して洪水調整を行うとともに、思川の支川である黒川と大芦川に取水路を設け、それぞれの河川を導水路で結び南摩ダムに導水することによって、効率的に水資源開発を行う事業である。またこれらの導水路は、黒川および大芦川の平常時の流量を確保するため、南摩ダム下流に建設する南摩揚水機場から、ダム貯留水を黒川および大芦川に補給する機能も有している。図-1に事業全体図を示す。

本工事では思川開発事業のうち、黒川、大芦川および南摩ダムを結ぶ導水路トンネルの築造、導水路への取水放流設備の築造を行う。導水路トンネル築造が工程上のクリティカルであり、その発進基地となる立坑構築工事の工程短縮が求められた。立坑躯体構築は標準案では1リフト 5.0m で施工であったが工程短縮を目的に1リフト 10.0m とし、立坑壁型枠に CF(コンポジットフォーム)型枠工法を採用した。本稿では黒川流入立坑の躯体構築施工実績について報告する。

## 2. 課題および対策

黒川流入立坑は発破を併用した NATM 工法で掘削した直径  $\phi 12.6\text{m}$  × 深さ 44.35m の立坑に厚さ 1.8m の底盤コンクリートを打設し、その上に仕上内径  $\phi 10.0\text{m}$  × 壁厚 1.3m × 高さ 42.55m の壁コンクリートを構築するものである。立坑概要図を図-2 に示す。壁コンクリート構築時の1リフトを 10.0m としたことでコンクリート側圧に耐えられる型枠の採用および締固め品質の確保が課題となり CF 型枠工法を採用した。

CF 型枠は縦端太(H100×100×6×8)を設計内径 10m になる様に曲げ加工した櫛材(アングル材 L50×6)で等間隔に連結し、縦端太の間にせき板(厚さ 36 mm)をはめ込む構造である。せき板は縦端太に 450 mm ピッチで固定した横端太(角パイプ  $\square 75 \times 45 \times 3.2$ )との間に木キャンバーを打ち込むことで固定する。せき板は通常の合板を3枚重ねに接着したもので、通常の木製型枠よりも剛性が高くなっている。図-3に概要図を、写真-1に型枠の組立状況写真を示す。

今回の施工では打設速度を 1.0m/h、セパレータピッチを高さ方向 300 mm とし、セパレータの最大側圧が 16kN/箇所程度となった。セパレータ反力は立坑掘削時に施工した支保工(吹付コンクリート)から取り、D16 鉄筋をケミカルアンカーで支保工に固定し4分のセパレータと溶接固定した。各部材の予想変位量はセパレータ 2 mm、縦端太 1 mm、横端太 3 mm、せき板 1 mm となり合計で 7 mm 程度の変位が見込まれたので、測量誤差も考慮して型枠ふかし寸法を片側 10 mm とした。

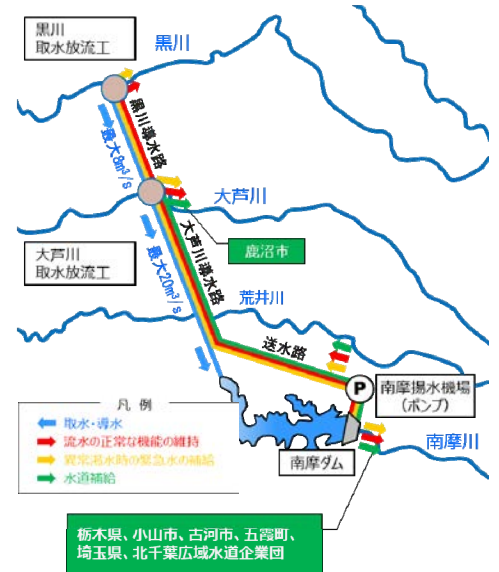


図-1 思川開発事業導水および送水計画図((独)水資源機構より提供)

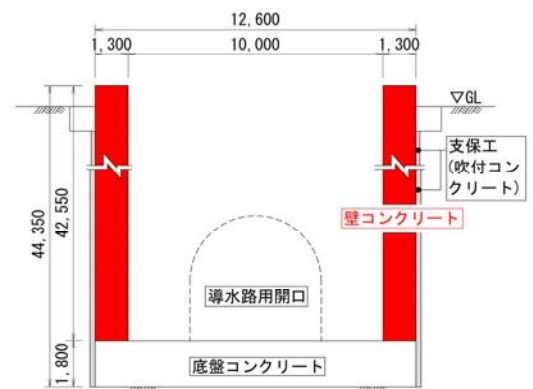


図-2 立坑概要図

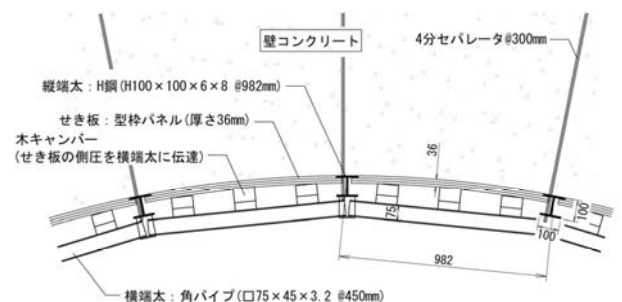


図-3 CF 型枠工法概要図

キーワード 大深度立坑、躯体構築、CF 型枠工法

連絡先 〒330-0844 埼玉県さいたま市大宮区大門 2-118 鹿島建設(株)関東支店土木部 Tel : 048-658-7510

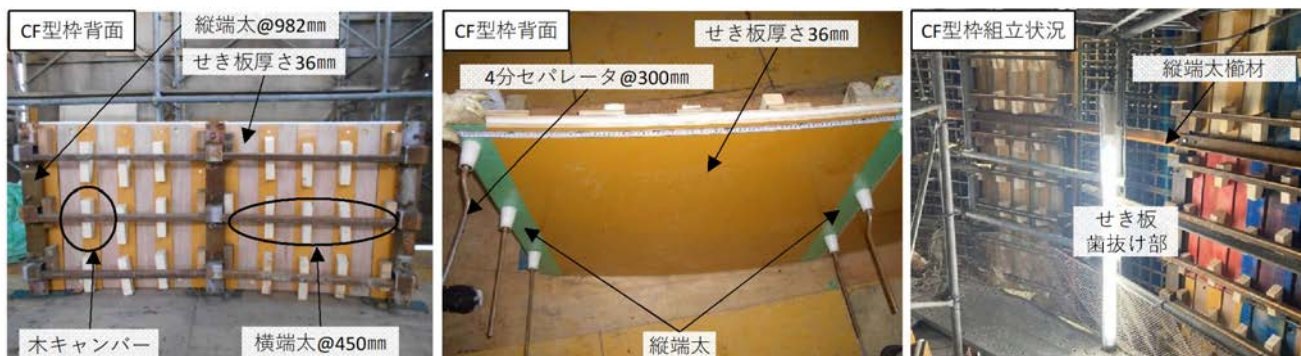


写真-1 CF型枠工法概要



写真-2 コンクリート打設状況

写真-3 立坑躯体構築完了

表-1 コンクリート配合

呼び強度	スランブ (cm)	粗骨材最大寸法(mm)	セメント種類	W/C (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					細骨材率(%)
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	
27	12	25	普通	54.0	166	308	857	966	3.08	47.1

セメント密度 3.16g/cm<sup>3</sup>  
 細骨材表乾密度 2.63g/cm<sup>3</sup>  
 粗骨材表乾密度 2.65g/cm<sup>3</sup>  
 混和剤 AE減水剤(標準Ⅰ型)

CF型枠工法はせき板の組立が木キャンバーの打ち込みだけで容易に行う事ができるため、打設開始時にはせき板を歯抜けにしておき打設進捗に合わせてせき板を組み立てることが可能である。せき板歯抜け箇所から締固め作業を行えば、常に締固め作業高さを最小にしながら打設作業が可能となる。今回の施工では壁厚さが1.3mと大きいため型枠内部に締固め人員を配置し、型枠外部からも表層品質向上のために後追いの締固めを行った。型枠内部はセパレータ、幅止め筋が密に配置されているため横移動が困難であったので、作業員の1人当たりの締固め分担幅を4.0mとし、均一に締固め作業ができる体制を取った。

コンクリート圧送については鉛直下向きに40m以上に圧送する必要があり材料分離が懸念されたが、52.0mのロングブームポンプ車を採用し、ポンプ車ブームで打設高さまで圧送を行った。ポンプ車ブームの抜差しに作業時間が取られることが懸念されたので、打設面の上にサニーホース(6インチ)を取り付けたホッパーを水平方向2.0mピッチで設置しブーム抜差し作業を省略した。サニーホースは打設進捗にあわせて切断し、打込み面までのコンクリート自由落下高さを1.5m以内に抑えた。写真-2にコンクリート打設状況写真を、表-1にコンクリート配合を示す。

### 3. 結果

打設後の型枠変位量を計測したところ予想最大変位量7mmに対して4mmであり、立坑内空の施工管理値(型枠ふかし寸法)を設計+10mmとしていたので、全ての測点で設計内空を確保できた。

打設作業については筒先で材料分離が起こることなく、計画的に締固め人員を配置したことで締固めも確実にでき、品質上問題となる様なコールドジョイント、豆板、目違い、水抜け等の発生はなかった。シュミットハンマーによる表面強度確認もすべての測点で設計基準強度を満足した。躯体仕上り状況を写真-3に示す。

### 4. まとめ

大深度立坑の躯体構築にあたり、CF型枠工法による適切な施工管理を行い、所定の基準を満足する仕上りとなった。また今回は躯体構築42.55mの全体を5リフトに分けて構築したが、標準案に対して全体で約0.5ヶ月の工程短縮となった。今後の同種工事の参考となれば幸いである。