

冬期施工における土留工の変状とその対策について

北海道電力(株) 正会員 小山 俊
 北海道電力(株) 正会員 ○土佐 亮允
 前田建設工業(株) 上田 健二郎

1. はじめに

北海道上川郡新得町に北海道電力(株)が建設中の新岩松発電所は、最大使用水量 $45.00\text{m}^3/\text{s}$ 、最大出力 $16,000\text{kW}$ のダム水路式発電所であり、老朽化した既設岩松発電所(昭和17年1月運転開始)を再開発し未使用エネルギーの活用を図るものである。新岩松発電所新設工事は、既設のダム、導水路、調圧水槽を流用し、水圧管路、発電所、放水路を新設するものであり、平成25年8月に着手し、平成28年1月の運転開始に向け鋭意工事を進めている。図-1

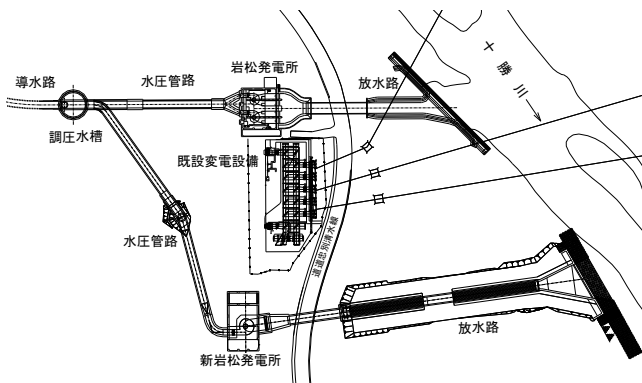


図-1 計画位置図

本稿は、新設工事の冬期施工における発電所基礎土留工の変状とその対策について報告するものである。

2. 施工概要と挙動観測について

新岩松発電所は高さ18.6m、幅34.0m、延長18.0mの鉄筋コンクリート造・半地下構造であり、既設変電設備および道路が近接し、開削工法での施工が困難であったため、事前の地質調査結果を考慮のうえ、『親杭横矢板土留壁およびグラウンドアンカー方式による土留支保工法』を採用した(図-2参照)。掘削時には、土留壁の挙動観測を行った。計測項目は、親杭の水平変位、グラウンドアンカーの荷重、外気温とし、既設変電所が近接する位置(変電所側)と大型重機が配置される位置(事務所側)の2断面で計測した。図-3に変電所側の計測結果を示す。

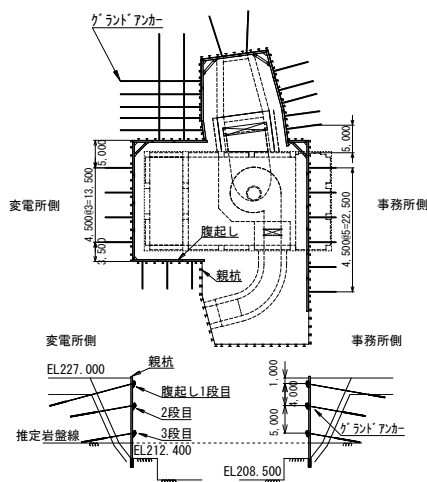


図-2 土留概要図

計測結果は、掘削から概ね想定通りの挙動を示したが、腹起し3段目までの掘削完了後も、変位と荷重は増加し続けたため、以降の掘削を一時停止した。この後、一時的に気温が上昇した日において、荷重と変位が減少したため、土留壁の変状は凍上が原因と推察した。

土留壁背面の地質は、主に砂礫層から形成されており、一般的に凍上が生じやすいシルト層が腹起し2段目付近に介在していた。また、横矢板を一部撤去し、土留壁背面の状況を確認したところ、シルト層および砂礫層は凍結状態であった。

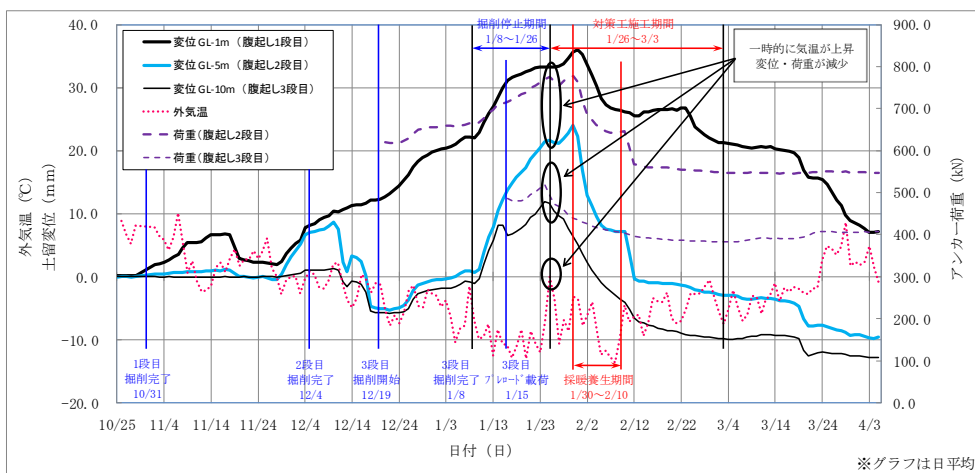


図-3 計測結果

キーワード 水力発電所, 土留工, 凍上対策

連絡先 〒081-0031 北海道上川郡新得町西1条南1丁目51番2号 北海道電力(株)新岩松水力発電所建設所 TEL 0156-64-6673

緊急対策工として、押え盛土を行った後、盛土上に枠組足場を設置し、周囲をビニルシートで囲い、内部においてジェットヒーターを設置、運転した（採暖養生）。養生期間中は、荷重・変位ともに減少傾向を示した。

3. 増打グラウンドアンカーの設計と施工

緊急対策工により、一時的に土留壁の変状は緩和されたが、以降の施工の安全を確保するため、長期的な対策としてグラウンドアンカーの増打（以下、増打アンカー）を実施した。図-4に解析フローを示す。

(1) 逆解析（現状解析）

土圧の設定は、腹起し3段目の掘削完了時（凍上前）の計測結果（図-5 参照）から、腹起し2段目以深は土圧が生じていないものと仮定し、腹起し2段目以浅の側圧のみを作用させ、腹起し2段目のアンカー反力の計測結果と解析結果の整合を図った。凍上荷重は、「凍結による影響期間（1/8～1/25の17日間）」の土留変位を凍上荷重によるものとみなし、三角形分布で作用すると仮定のうえ、土圧設定時と同様、腹起し2段目アンカー反力の整合を図った。なお、以降の予測解析では、現状解析の「凍結による影響期間」の日数（17日間）および凍上荷重（60kN/m²）を基準値として検討を行った。

(2) 予測解析

解析は、採暖養生により凍上荷重が一度除荷されたものとし、以降の施工工程では、経過日数に比例して凍上荷重が作用するものと仮定した。検討期間は平均気温がマイナスで推移する2月～3月下旬とした。解析では、腹起し2段目増打アンカー施工時（ステップ1）、1段目増打アンカー施工時（ステップ2）および最終掘削時（ステップ3）における荷重増分比率（経過日数／基準期間（17日間））と凍上基準荷重（60kN/m²）の積により算出した荷重を各ステップ時の増分荷重として作用させた。表-1に解析条件、図-6に最終掘削時の解析モデルのイメージ図を示す。

(3) 増打アンカーの施工と対策効果

施工は、変電所側、事務所側の順で実施した。押え盛土を足場とし、腹起し2段目の増打ちを行った後、盛土上に単管足場を設置のうえ、腹起し1段目を施工した（図-7 参照）。増打アンカーの施工後、変位および荷重は減少傾向を示し、以降、掘削から躯体構築まで土留壁の挙動に異常はなく、安全に施工を完了した。

今回の凍上対策では、工事の早期再開と再開後の工事の安全確保を優先目的とし、荷重条件や解析モデルはある程度大胆に仮定した。

4. おわりに

平成27年3月現在の総合進捗率は52%であり、平成28年1月の運転開始を無事故・無災害で迎えることを目指して工事を進めていく所存である。

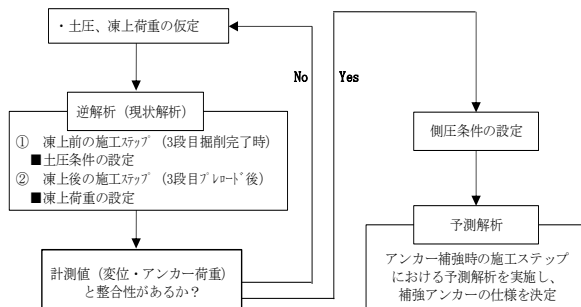


図-4 解析フロー

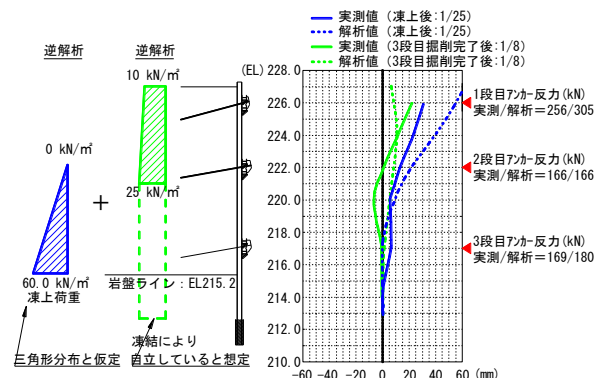


図-5 逆解析時の計測結果および解析結果

表-1 解析条件

	凍上荷重増分期間	凍上基準日数・荷重	荷重増分比率	凍上による増分荷重 (基準荷重×荷重増分比率)
ステップ1	2/1～2/7 7日間	1/8～1/25 17日間	0.4 (7日間/17日間)	60kN/m ² ×0.4=24kN/m ²
ステップ2	2/8～3/1 21日間	60kN/m ² *	1.25 (21日間/17日間)	60kN/m ² ×1.25=75kN/m ²
ステップ3	3/2～3/30 28日間		1.65 (28日間/17日間)	60kN/m ² ×1.65=99kN/m ²

*凍上基準荷重は、凍上基準期間の変位増分から設定

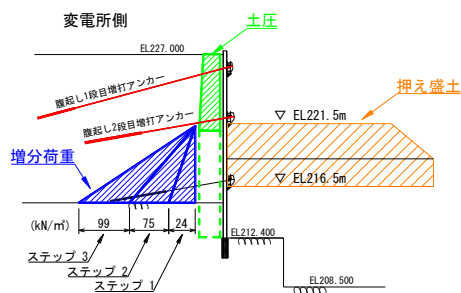


図-6 解析モデルイメージ

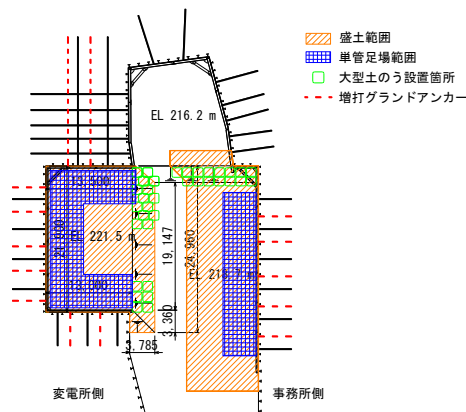


図-7 増打グラウンドアンカーの施工概要