

III-20

地盤改良結果を考慮した変電所基礎の設計について

東北電力(株)盛岡技術センター 正会員 内田幸志

1. はじめに

水沢変電所は岩手県南地区を中心とした電力の安定供給のために新設される超高圧変電所である。造成土量は切土・盛土それぞれ約4万 m^3 であり、最大の盛土高は約1.2mである。当地点の盛土材の大半は第三紀凝灰岩の風化土である凝灰質粘性土（日本統一土質分類ではC'HもしくはCHとされる）であり、自然含水比が比較的高く、こね返すと強度が低下する性質を有している。しかし、このエリアの大部分で埋蔵文化財の発掘調査が行われたために、最も条件の悪い冬期間の造成工事が余儀なくされた。このため、盛土の安定性の確保およびトラフィカビリティの改善を目的とした地盤改良を実施した。

当変電所の最重要構造物である「主要変圧器・275kVGIS他一体基礎」は不同沈下量を35mm以下とする必要がある。しかし、レイアウトの関係から支持力や変形特性が異なる盛土地盤（改良土）と切土地盤（緑色片岩の風化部）にまたがって設置されることとなったため、盛土地盤の改良効果を各種試験により確認することとした。その結果、最も経済的となる直接基礎として設計することが可能となった。

以下にその結果について報告する。

2. 地盤改良方法

地盤改良材は石灰系固化材（ケミコC-130）を用い、配合量は室内土質試験結果および現地盛土試験結果より決定し、盛土1 m^3 に対し固化材30kgとした。

使用機械および施工の順序は、次のとおりである。

- ①バックホウ〔0.7 m^3 〕による一次混合
- ②ブルドーザ〔湿地16t〕による一次転圧
- ③ディープスタビライザ〔幅1.8m 深さ0.6m〕による二次混合（一次転圧の約2時間後）
- ④ブルドーザ〔湿地16t〕による敷均しおよび整地
- ⑤タイヤローラ〔8～20t〕による二次転圧（30cm巻出し、5回転圧）

盛土の品質は締固め度で管理し、規格値は最大乾燥密度の85%以上とした。なお、改良目標強度は盛土の安定上必要な強度である一軸圧縮強度（7日強度） $q_u=1.0 \text{ kgf/cm}^2$ と設定した。

3. 調査結果および考察

盛土地盤の改良効果と均一の程度を確認すること、および切土・盛土の両方にまたがる基礎の支持力と沈下量を検討するために、造成終了1ヶ月後に以下の試験を実施した。

（1）標準貫入試験

ボーリング調査は盛土厚が約8mとなる位置で実施した。N値は図-1に示すように、9～15の範囲であり、平均すると11程度となり、ほぼ均一な地盤が形成されたことがわかる。

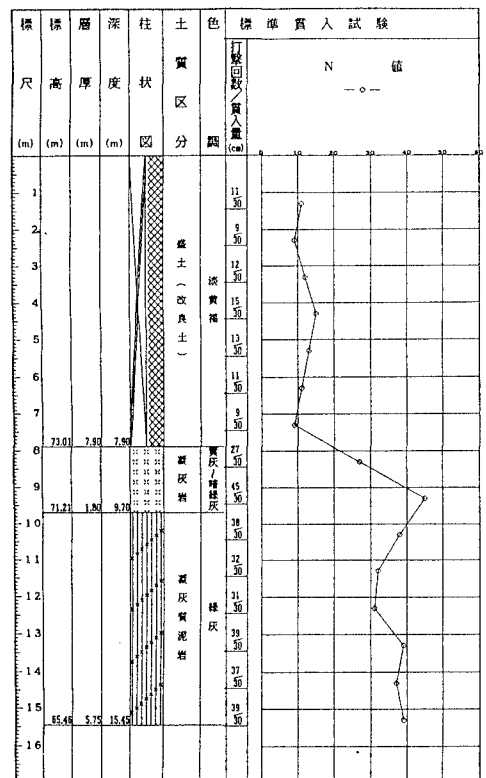


図-1 盛土 (改良土) 位置の柱状図

(2) 一軸圧縮試験

ボーリング地点から採取した盛土のコア(φ66mm)を使用して一軸圧縮試験を実施した。コアは軟岩状を呈しているため、岩と同様の試験方法とした。試験結果を表-1に示す。

表-1 改良土の一軸圧縮強度

採取深度 (m)	1.70 1.80	2.75 2.85	3.60 3.70	4.85 4.95	6.70 6.80	平均値
一軸圧縮強度 q_u (kgf/cm ²)	2.59	3.17	2.62	2.08	2.28	2.55

盛土の一軸圧縮強度は $q_u = 2.08 \sim 3.17$ kgf/cm²の範囲であり、5試料の平均値は2.55 kgf/cm²となった。深度方向に強度が増加する傾向は見られず、比較的バラツキも少ない。この場合、試験に供するコアは固結度が比較的良好な部分しか利用できないので、平均値を盛土地盤全体の強度とすることは物性値を過大に評価する可能性があるため、試験結果の最低値である $q_u = 2.08$ kgf/cm²を設計値とした。

表-2 載荷試験結果総括表

	R-1	R-2	R-3
計画構造物	275kVGIS	275kVGIS	主変圧器
試験地盤の地質状況	改良土	風化片岩	風化片岩
試験地盤面の深さ(m)	0.50	1.30	0.50
設計荷重(tf/m ²)	4.2	4.2	7.3
試験最大荷重(tf/m ²)	16.0	16.0	24.0
降伏 Log P-Log S曲線より(tf/m ²)	16.0以上	16.0以上	24.0以上
荷重 S-Log T曲線より(tf/m ²)	16.0以上	16.0以上	24.0以上
極限 Log P-Log S曲線より(tf/m ²)	16.0以上	16.0以上	24.0以上
荷重 S-Log T曲線より(tf/m ²)	16.0以上	16.0以上	24.0以上
最大荷重時の30cm板の沈下量(mm)	1.03	0.73	0.65
許容支持力(tf/m ²)	5.3以上	5.3以上	8.0以上
設計荷重時の30cm板の沈下量(mm)	0.21	0.17	0.17

この結果を基に支持力を算出すると、22tf/m²程度の長期支持力が期待できることとなり、構造物の長期設計荷重が4.2tf/m²であることから、十分に安全であると判断できる。

(3) 平板載荷試験

試験は切土・盛土にまたがる275kVGIS基礎部で各1個所、最も重量のある主要変圧器基礎部(切土部)の計3個所とし、載荷荷重は長期設計荷重の約3倍とした。結果を表-2に示す。

いずれの地点においても降伏荷重あるいは極限荷重に達しておらず、それらの荷重は試験荷重よりも大きく、構造物を十分に支持できることが確認できた。また、最大荷重載荷時の沈下量は盛土地盤でもわずか1mm程度と非常に小さい沈下量となった。

表-3 構造物毎の沈下量

	R-1	R-2	R-3
計画構造物	275kVGIS	275kVGIS	主変圧器
試験地盤の地質状況	改良土	風化片岩	風化片岩
設計荷重(tf/m ²)	4.2	4.2	7.3
構造物の短片長(cm)	2.030	1.295	890
設計荷重時の30cm板の沈下量(mm)	0.21	0.17	0.17
計画構造物 の沈下量 (mm)	砂質土の場合 14.21 粘性土の場合 7.52	0.65 7.34 4.00	0.64 5.04 2.84
平均値	7.52	4.00	2.84

次に上記の結果に基づき、構造物の幅を考慮して沈下量を求めると表-3のようになる。このように砂質土と粘性土では極端に計算値が異なるが、対象地盤には砂質分が比較的多い部分もあり、その上に改良材も含まれているため、実際には中間土として扱って平均値を採用した方が実状に適合すると思われる。また、切土地盤においても完全な粘性土ではないことから、両者の平均値として計算すると、盛土地盤での沈下量は7.52mmとなる。仮に最大の沈下量を考え、盛土地盤を粘性土、切土地盤を砂質土として沈下量の差を計算すれば約13mmとなるが、メーカーが示す機器の許容不同沈下量以下であるため問題はないと判断した。

4. おわりに

以上のように、石灰系固化材により地盤改良を実施した盛土地盤は、改良の効果および均一性に優れ、土木構造物を直接基礎で十分に支持できる結果となった。また、トラフィカビリティの改善により重機の施工性も良好であり、経済的に工事を遂行することができた。

なお、基礎コンクリート打設後から沈下量を観測しているが、機器の据付けが終了した時点では沈下は観測されなかった。今後も定期的に観測を継続する予定である。