

沢 彰 男

本文はその盛土施工について取りまとめたものである。

盛土の施工にあたって採用された主な工法について以下に述べる。

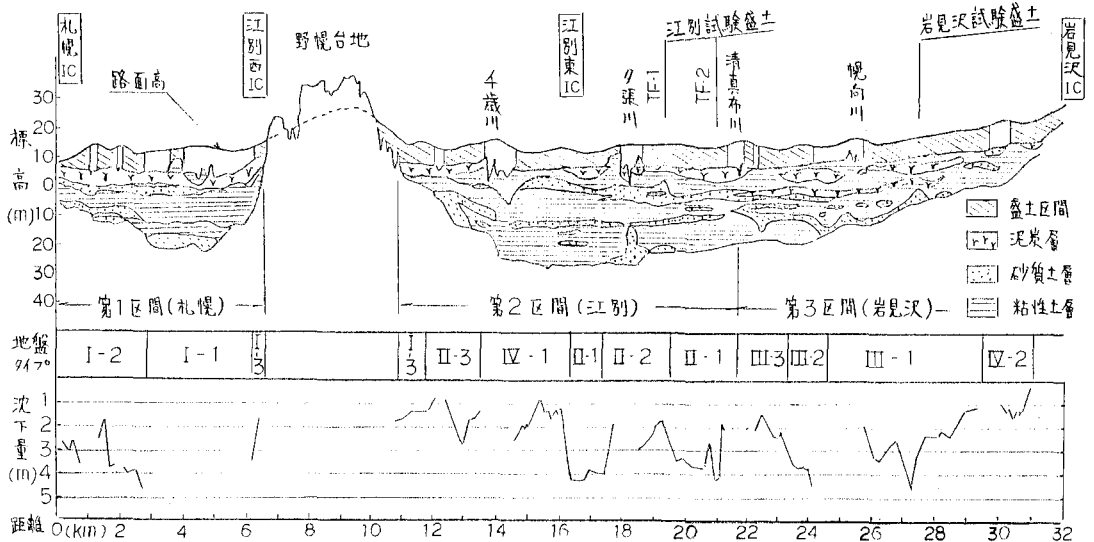


図-2 土性縦断面図及び供用時点の沈下量

3-1 表層処理工法

(1) 表層排水工法

地下水水位を低下させて地表面の強度増加を計るため、又江別試験盛土で周辺地盤の変位を軽減する効果が見られたため敷砂施工前に素掘側溝を掘削した。

(2) ネット工法

泥炭層が厚く地表面に露出している区間で、敷砂施工時及びその後の比較的低い盛土の施工時のトラフィカビリティや安定の確保のため、高密度ポリエチレンなどを原材料とする合成樹脂網を使用した。

(3) 敷砂工法

圧密層の上部排水層として又盛土及び地盤処理工の施工機械のトラフィカビリティの確保のため、主に川砂を使用し、その厚さは泥炭が分布している地盤では1m、粘性土地盤では0.7mであった。若見沢試験盛土で透水係数の高い川砂を使用したにもかかわらず敷砂層及びサンドドレーン内に過剰間隙水圧の残留現象が見られたため、この排水除去のため有孔管による地下排水工を敷砂層内に10mピッチで併設した。

3-2 サンドドレーン工法

サンドドレーン工法は若見沢・江別試験盛土において共に無処理工法に対し地盤強度の増加及び盛土の安定には効果が見られたため(江別試験盛土TF-2では無処理では盛土できなかった)粘性土地盤以外の地盤では全面的に採用した。その打設ピッチは地盤タイプ・沈下量・プレロードが否かを等考慮して $\Delta 1.5 \sim 2.5$ m又は中抜き $\Delta 2.0 \sim 2.5$ m、又その処理深さは上部の泥炭及び粘性土の範囲とした。(図-3)

3-3 押え盛土工法

①スベリ破壊に対する安定性②盛土施工時の周辺地盤の隆起及び盛土完了後の引きずり込みの影響範囲の軽減③地吹きや吹溜り範囲及び除雪余裕幅の確保を目的として採用し、又この部分を工事用道路として使用した。押え盛土の中は上記により総合的に決定し、高さは盛土高の $\frac{1}{3}$ とした。

3-4 繰速施工

圧密に伴う地盤のせん断強さの増加を計るため、盛土の立上り速度を試験盛土の実績や現場計測の結果をもとに制御しながら盛土を施工した。工程上余裕のあった若見沢側や他の区間の一般部の盛土では2~3年間で施工し、冬季の休止期間を利用して強度の増加を計った。札幌・江別側のプレロード箇所では1年間で施工し、その盛土速度の実績は沈下量も考慮して泥炭地盤で5~6cm/日(盛土施工は一層30cmが標準であるので5~6日毎に施工)粘性土地盤で8cm/日であった。

3-5 地下水低下工法

沈下量が大きく安定上問題があり工程上余盛りが困難な箇所、①地下水低下により地下水水位以下の盛土材にかかる浮力を除去してサーチャージ効果を期待し、沈下の促進を計る②盛土内の水位を下げ盛土の安定を計る③船底型の沈下による敷砂層内の水を排水しサンドドレーンの排水能力を助成する、等の効果を期待して盛土中央に設置された釜場からの強制排水を行なう工法を実施した。

表-1 代表的な土性一覧表

地盤タイプ	土層構成	層厚 (m)	自然含水比 $W_n(\%)$	単位体積重量 $\gamma_e (t/m^3)$	一軸圧縮強さ $q_{cu} (kg/cm^2)$
I-2	上部 泥炭	4~6	800~1200	0.98~1.0	0.05~0.15
	下部 砂質土	2~3.5	40~45	1.8	-
	下部 粘性土	9~12	55~80	1.4~1.6	0.2~0.4
	下部 粘性土	3~5	40~65	1.5~1.6	0.4~0.6
II-1	上部 泥炭	3~5	500~900	0.9~1.1	0.1~0.2
	下部 粘性土	2~6	40~80	1.4~1.8	0.2~0.4
	下部 砂質土	1~6	30~40	1.7~1.8	-
	下部 粘性土	10~17	40~80	1.4~1.8	0.4~1.0
	下部 砂質土	1~4	30~40	1.8	-
	下部 粘性土	10~15	35~50	1.6~1.8	1.0~1.2
III-1	上部 粘性土	15~3	50~80	1.4~1.7	0.1~0.4
	下部 泥炭	3~4	300~500	0.9~1.3	0.1~0.7
	下部 粘性土	2~6	50~80	1.4~1.7	0.2~0.6
	下部 泥炭	1~3	250~400	1.0~1.2	0.2~1.2
	下部 粘性土	3~6	30~90	1.3~1.8	0.3~1.0

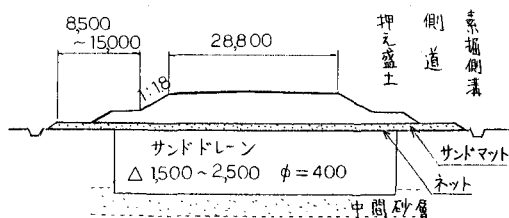


図-3 一般的な対策工法の例

3-6 沈下対策及びその他の対策

岩見沢・江別試験盛土においても他の軟弱地盤と同様図-4のように盛土完了後も沈下が続いており、その残留沈下に対してとられた対策を示す。

(1) 盛土の施工幅員と施工高さ

盛土形状を計画断面のまま仕上げた場合、図-5のような必要が生じ、これに対処するため幅員の余裕を確保した。

又施工高さも計画通り仕上げると舗装施工時の舗装材の追加、供用後のオーバーレイ・パッチング等が必要となるので、盛土の上げ越し施工を行なった。その量は幅員の余裕については供用後5年分、上げ越し量は2年分の沈下量とした。

沈下の推定は沈下を1次圧密と2次圧密とに分け、1次圧密は名神・東名等の調査から盛土完了後600日までとし、沈下傾向から双曲線法又は片対数グラフの沈下曲線の延長で求めた。2次圧密はメスリの提案する2次圧密速度を採用し、岩見沢側では試験盛土の実績よりその2.5倍で求めた。

(2) 橋台の安定及び段差

沈下による①橋台と盛土部との段差②基礎ゲイに対するネガティブフリクション③側方流動によるクイへの側方流動圧④基礎ゲイの突出等の現象(図-6)を軽減するため、プレロードを行なった。

プレロードは東名等の実績によると計画高さプラス2mの高さ、放置期間6ヶ月を確保すれば側方流動による橋台移動は発生していないので、これによった。しかしプレロードにより前述のすべての現象に対処できるものではないので、クイの設計においてこれらを考慮した。又段差対策として冬期の段差修正が困難なこと又宮城沖地震の例より路面の陥没防止の効果もあることも考慮し更に踏掛板を設置した。

(3) カルバート

カルバートの施工箇所はプレロードを行ない残留沈下を少なくした上で基礎ゲイなしで施工した。更にその機能に支障を与えないよう道路用カルバートでは供用後5年分の沈下量とプレロード取除きによるリバウンド量を上げ越し、水路用カルバートではリバウンド量のみ上げ越し残留沈下についてはその10年分を断面余裕で対処した。

4 現場計測工法

調査や設計方法等が持っている問題点を補うため現場計測工法を大巾に採用し、地表面沈下計・層別沈下計・変位杭・地すべり計・地中変位計・間隙水圧計の計測を行なう動態観測を中心として、地盤の挙動を把握しながら施工を行なった。

特に盛土の安定管理については現在まで提案されている地盤の破壊予測手法の中から後述する手法を用いて行なった。これらに使用するデータとしていくつか提案されているが、毎日計測されたデータのうちの盛土中央部の地表面沈下量 S と法尻付近の変位量の最も大きな変位杭の水平変位量 R を用いた。(図-7)又今回これらの手法を用いるに当たって地盤の不安定領域を岩見沢・江別試験盛土を始めとする過去の破壊事例より図-8~10のように指標を用いて決定し、これに若干の安全側も見込んで管理基準として設定した。

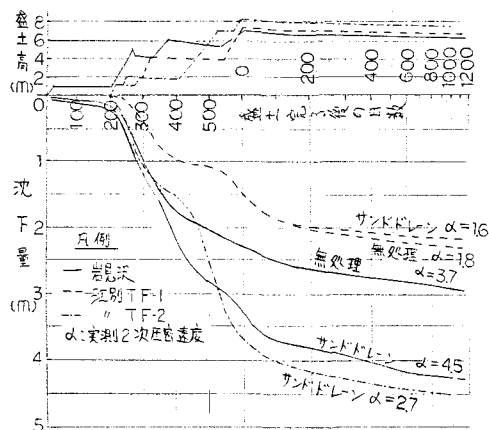


図-4 試験盛土の沈下曲線

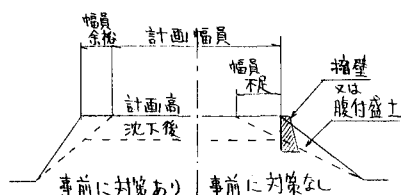


図-5 盛土の幅員余裕

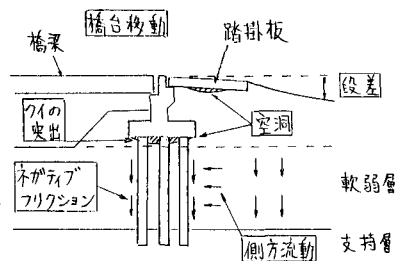


図-6 残留沈下による橋台の支障

1) S-δ管理図(富永・橋本による)

各載荷段階を境にS-δの関係が折線状に変化するが、ある時点で急変した勾配が不安定な状態を示す。

2) Δδ/Δt-ε管理図(栗原・一本による)

載荷直後に発生する1日当たりの変位杭の水平変位量Δδ/Δtがある一定値を越えると地盤が不安定な状態になる。

3) S-δ/S管理図(松尾・川村による)

盛土施工の全期間にわたって地盤の挙動を把握するのに有効な方法で、載荷に伴ってS-δ/Sの関係が右方向に転じる場合は地盤が不安定な状態であることを示す。

又これらの管理図の適用に当たり2年間の施工実績を考慮した結果①冬期休止期間をはさんで施工する場合2年目は2年目の盛土開始時のデータを初期値とする②S-δ管理図において変位量が小さい場合管理基準の適用を除外する③S-δ/S管理図において P_3/P_1 が大きい場合 α_3 の指標を重視する、の変更を行なった。

これらの管理は各現場でも行われたが、施工管理に慎重を期し、各現場の管理運用のバラツキを除去し、又個々の現場での結果を全体に反映させるため公団においてもこれらの管理を一括して行なった。このためこれらの膨大なデータの迅速な処理、データの横並び比較検討、データの蓄積と検索等をより可能にするため電算機を用いた。

このようにして各管理図の指標がそれぞれの基準を越えた場合、後述施工を基本としたので放置期間中に基準以下になることが多かったが、施工を停止した。この指標が長期間基準を超えた場合、間隙水圧等の観測値又チェックボーリング等で盛土の安全を確認し、又盛土の施工厚の減少、放置期間の延長等盛土速度を押える処置をとり、逆に基準に余裕のある場合盛土速度を上げて施工した。この結果、一度の破壊を起こすこともなく無事施工ができた。

各管理図の実績のうち各地盤毎のそれぞれの指標の最大値を図8-10に示すが、これらの指標は、管理基準に今後検討の余地があるもののそれぞれの基準を大巾に上回るものであり、もし今回の手法

による安定管理がなされずそのまま施工していれば、過去の例から盛土の破壊を招いたことが予想され、これら管理手法の採用は札幌-岩見沢間の盛土施工にあたって大いに成功したといえよう。

又沈下を考慮した盛土形状等も現場計測に基づいて決定した。最後に供用時点の沈下量を図-2に示す。

5 あとがき

北海道縦貫自動車道札幌-岩見沢間の盛土の設計と施工が先輩諸氏の御指導のもとに行われたことに感謝し、又今回の施工において蓄積されたデータは今後解析を行なう予定であり、一層の御指導に預りたい。

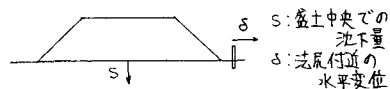


図-7 安定管理に使用するデータ

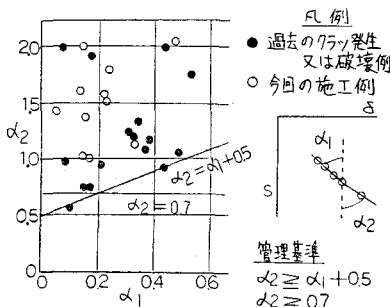


図-8 S-δ管理図と実績

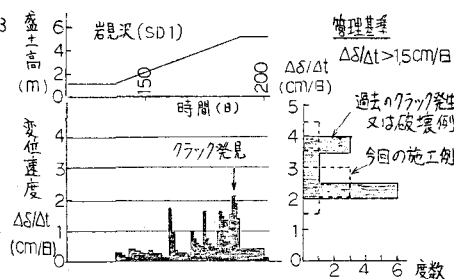


図-9 Δδ/Δt-ε管理図と実績

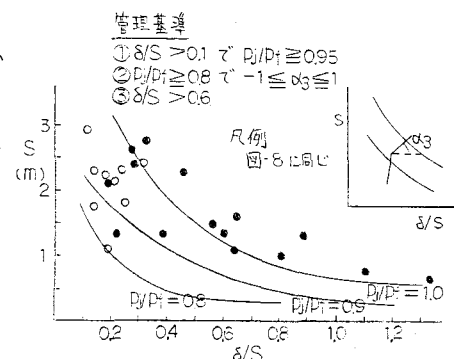


図-10 S-δ/S管理図と実績

以上