

大規模な軟弱地盤における高速道路盛土工事の施工管理

Construction control of highway embankments on a large scale soft ground

栗原則夫* たか橋ともかず**

1. はじめに

北海道縦貫自動車道（札幌～岩見沢）は、延長約 32 km のうち台地部約 5 km を除く約 27 km が、石狩低地と呼ばれる泥炭地盤上に全線ほぼ 5 m 以上の計画高で建設中である。このような大規模な泥炭地盤における高速道路建設は、日本道路公団として初めての経験であり、昭和 48 年より 5 年間にわたる調査、試験工事、設計を経て昭和 53 年より本線工事を開始するに至っている。

当区間においては基本的には盛土構造を採用し全区間一貫した考え方で設計しているが、その設計は試験工事の実態から考えると決して余裕のある設計とはいえず、むしろ極限設計に近い。したがって、工事の成否は十分な動態観測に基づく入念な施工、すなわち現場計測工法の活用のかんにかかっているとの認識から、当区間の盛土工事に当たっては現場計測工法の考え方を全面的に取り入れた施工を行っている。具体的には、請負人による各工事現場での動態観測に基づく施工管理のほか、全工事を総括監督する日本道路公団の工事々務所に集中管理センターを置き、電子計算機を用いた集中管理システムを開発、導入して全線約 110 箇所の観測線の動態観測結果を毎日集約し、工事現場全体を集中的に管理するという二重の施工管理システムをとっている。

ここでは、このような大規模な軟弱地盤上の高速道路盛土工事に適用した現場計測工法に基づく施工法、およびそのための施工管理システムについて報告する。

2. 現場計測工法

2.1 現場計測工法の考え方¹⁾

軟弱地盤上の構造物の施工においては、設計時に予測したことと実際が一致しないという事態にぶつかることがしばしばある。その結果、設計では所定の工期内に安全に施工可能な対策工法が採用されているはずなのに、実際には施工途中で破壊を生じるケースが起こったり、反対に何も問題がなく施工できたが、結果的にみるとどうもオーバーデザインではなかったかと考えられるケースが生じたりする。これは現行の設計の過程に多くの単純化、理想化、仮

定が含まれていることや、設計時の情報（ボーリングや土質試験のデータ、同種の施工データなど）が限られているため、設計自体に不確実さを伴うことが避けられないからである。設計安全率の小さい盛土のような土構造物の場合は、このような設計の不確実さが施工途中の破壊につながって多大な経済的損失を招く危険性が大きく、事実そのような事例は少なくない。

そこで、特に軟弱地盤における盛土のような土構造物の場合、各種の計測器を設置して動態観測を行うことによって構造物が設計どおりに施工できているかどうかをチェックし、破壊といった致命的な事態を未然に防止しながら施工することが重要であり、一般的な施工法となっている。更に、動態観測を単に構造物が安全側にあるかどうかを確認するためだけの手段にとどめず、時々刻々観測値と設計値を対比しながら当初設計をチェックし、その状況に応じて施工法あるいは設計そのものをより合理的かつ経済的に修正するための手段として積極的に活用することも可能である。

このような施工法は、現場計測工法と呼ばれるものであり、盛土のような土構造物の場合は橋梁などの構造物に比べれば施工途中の設計や施工方法の変更は比較的融通がきくから、現場計測工法に適しているといえる。札幌～岩見沢間の盛土工事のように設計が極限設計に近く、かつ大規模な軟弱地盤における工事を所定の工期内に、安全にしかも経済的に完成するためには、このような現場計測工法の考え方を全面的に取り入れた系統的な施工を行うことが不可欠である。

2.2 盛土の安定管理方法

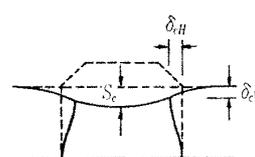
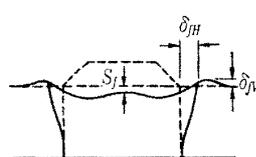
軟弱地盤上の盛土工事における現場計測工法の成否は、盛土の安定管理がどこまで定量的にできるかにかかっている。盛土の安定管理方法については従来からいろいろな提案がなされているが、その基本的な考え方をまとめると表 1 のようになる。

一般に盛土の沈下や地盤の変形の測定値に基づく安定管理が最も容易であり、確実である。沈下や変形の定性的指標による安定管理方法については、従来からよく整理されている²⁾。一方、定量的な指標による安定管理方法も幾つか提案されている。札幌～岩見沢間では、本工事に先立って実施した二つの試験盛土工事においてそれらの適用性を

*日本道路公団技術部道路技術課 課長代理

**日本道路公団札幌建設局札幌工事事務所 試験課長

表一 地盤の挙動と安定管理方法

	地盤の挙動の機構		破壊の傾向	安定管理方法	
	圧密	せん断		定性的指標	定量的指標
変 形	 <p>○ 体積圧縮が生じる 沈下量 S_c 側方変位量 $\begin{cases} \delta_{vH}(\text{水平方向}) \\ \delta_{vV}(\text{鉛直方向}) \end{cases}$</p>	 <p>○ 形状変化が生じる 沈下量 S_f 側方変位量 $\begin{cases} \delta_{vH}(\text{水平方向}) \\ \delta_{vV}(\text{鉛直方向}) \end{cases}$</p>	○ 圧密変形に比べてせん断変形が卓越するとき	○ S, δ_H, δ_v の挙動 ○ ヘアークラックの発生など	○ $S \sim \delta_H$ 管理図 ○ $\Delta \delta_H / \Delta t \sim t$ 管理図 ○ $S \sim \delta_H / S$ 管理図 ○ $\Delta q_E / \Delta \delta_H \sim q_E$ 管理図など
	測定値	沈下量(盛土中央部) 水平変位量(盛土のり尻部) 鉛直変位量(")	$S (= S_c + S_f)$ $\delta_H (= \delta_{vH} + \delta_{vH})$ $\delta_v (= \delta_{vV} + \delta_{vV})$	○ δ_H が盛土の外側へ増加する ○ δ_v が上方へ増加する	
強 度	○ 強度増加あり	○ 強度増加なし、または低下	○ 地盤の強度(支持力)以上の盛土荷重が載荷される時	○ Δu の挙動 ○ 盛土速度 ○ 盛土安定に必要な現場管理事項など	○ $\Delta u \sim q_c$ 管理図 ○ 安定計算 ○ チェックボーリングなど
	測定値	一軸圧縮強度 q_u 、コーン強度 q_c など 盛土荷重 $q_E (= \gamma_E \cdot H_E)$ (γ_E, H_E : 盛土単体重量, 盛土高) 過剰間隙水圧 Δu	○ q_u, q_c などの増加がないか、低下する ○ Δu が急増する		

検討した結果、次の四つの方法の有用性を確認し³⁾、本線工事において使用することとした。

- (1) 盛土中央部の沈下量 S と盛土のり尻部の水平変位量 δ_H の関係 ($S \sim \delta_H$ 管理図) を用いる方法⁴⁾
- (2) 盛土のり尻部の水平変位速度 $\Delta \delta_H / \Delta t$ ($\Delta \delta_H / \Delta t \sim t$ 管理図) を用いる方法⁵⁾
- (3) S と δ_H / S の関係 ($S \sim \delta_H / S$ 管理図) を用いる方法⁶⁾
- (4) 盛土荷重 q_E と δ_H の増分比 $\Delta q_E / \Delta \delta_H$ と q_E (または盛土高 H_E) の関係 ($\Delta q_E / \Delta \delta_H \sim q_E$ (または H_E) 管理図) を用いる方法⁷⁾

ところで、実際の施工では、安定上支障が生じない範囲でできるだけ速く盛土するのが一般に最も経済的である。したがって、上記四つの方法を用いるに当たって、それぞれのような基準値を設定して管理するかということが非常に重要である。基準値が安全側すぎると、しばしば盛土を中断しなければならなくなって不経済な施工となるし、基準値をあまり破壊直前のぎりぎりの状態に近く設定し過ぎると、盛土の破壊を防ぎきれない事態を生じかねない。既往の多くの施工例について検討したところによれば、盛土にヘアークラックが発生するのは、地盤が不安定な状態になって破壊が近づいた兆候であるが、その時点を見逃すことがなければ最終的な破壊にまで至らしめることなく対策が可能である。また、ヘアークラックの発生する時点は、上記四つの管理図において一定の傾向を持ち、一定の基準値の設定が可能である。そこで、当区間では、盛土にヘアークラックが発生するような不安定状態を事前に察知することを安定管理の主要な目標とし、そのような状態に対応すると考えられる基準値を各方法について定めた。なお、実際の施工において所定の計画高まで盛土するためには、

ここで設定した不安定状態を越えて破壊荷重のごく近くまで施工しなければならないケースも想定される。そのようなケースでは、設定した基準値による管理だけでなく、載荷後の盛土のり尻部の変位の時間的変化など各種計測器の動きや、場合によってはチェックボーリングによる地盤の強度のチェックなどの綿密な安定管理が必要となる。

当区間では、以上に述べたように沈下や変形の測定値の定性的指標、および定量的指標による安定管理方法を用いた安定管理を主体としているが、軟弱地盤上の盛土工事においては、盛土速度の管理や地盤の安定に必要な施工の注意事項(サンドマットのまき出し方法、サンドパイルの打設方法、盛土材などのダンプアップ方法、重機械の現場内走行方法など)の管理も重要な安定管理の一環であり、現場管理の重点項目として徹底させている。

3. 現場計測工法の適用

3.1 盛土工事の概要⁸⁾

図一1に札幌～岩見沢間の概略の土質縦断図を示す。当区間の軟弱地盤の延長約27kmのうち盛土区間は約17kmであり、残り約10kmが橋梁・高架区間となっている。盛土工事は大半が本線外の土取場からの客土によるものであり、総客土量は約500万 m^3 にのぼる。この盛土工事は11工事に分割して発注、施工され、日本道路公団の工事事務所の五つの工事区で担当することになっている(昭和54年度末で8工事が発注済)。

当区間の盛土部の対策工法については、残留沈下量を一定の小さな値以下に収める確実な工法ではないという日本道路公団での従来の実績を踏まえて、盛土の安定の面から選定している。残留沈下に対しては、過去の事例や当区間

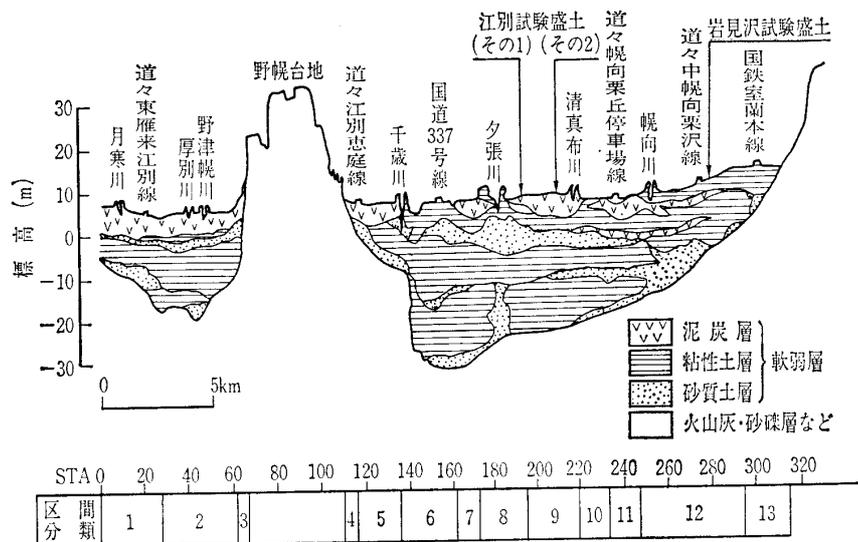


図-1 土質縦断面図

の二つの試験盛土の沈下データからの推定をもとに、沈下を想定した道路構造の採用と将来の維持管理で対処し得るとの見通しを立て、そのための設計、施工上の配慮を行うことにした。また、対策工法の選定に当たっては、気象条件（積雪地帯のため堆雪用地や約半年間の冬期作業休止期間が必要であること）、現地条件（水田地帯のため周辺地盤の変形対策が必要であること）および施工条件（土運搬のため本線用地内の工事用道路が必要であること）との適合性も勘案した。

このようにして選定した当区間の盛土部の基本的な対策工法は、押さえ盛土工法と緩速施工法であり、更に地盤改良工法としてサンドドレーン工法を併用している。また、橋台部やボックスカルバート部は、プレロード工法の採用を原則としている。なお、約10kmの橋梁・高架区間には、地盤が極めて軟弱であるため盛土不可能と判断して高架工法を採用した約3kmの区間が含まれている（図-1の区間2）。

標準的な盛土工程は図-2に示すとおりであり、冬期の約5か月を利用した緩速施工となっている。

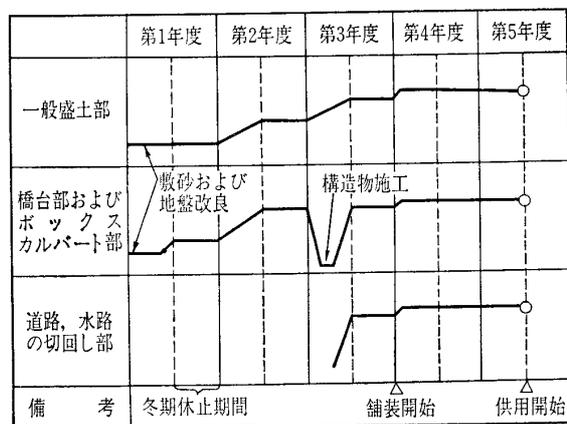


図-2 標準盛土工程

3.2 施工方法

現場計測工法による札幌～岩見沢間の盛土工事の実際の施工方法は、図-3に示すとおりである。すなわち、

(1) 当区間の盛土部は、地盤特性による区間区分や一般盛土部とプレロード部の区分などによって、盛土条件、地盤条件および対策工法が同一の区間が延長50～200m毎に区分されるので、これらの区間を各々1施工単位区間として観測線を設け、その動態観測結果をチェックしながら単位区間ごとに定期的に施工する方法をとっている。

(2) 1施工単位区間の盛土は1日で施工する。標準的な盛土速度は従来の経験や試験盛土工事の経験から5cm/

日程度とする（したがって、1層30cm施工とすると、1施工単位区間は約1週間間隔で施工するのが標準的な盛土工程となる）が、実際には図-3に示すように動態観測に基づく安定管理によって、1層の施工厚を調整したり放置期間（施工間隔）を増減したりして盛土速度をコントロールするのが、当区間における現場計測工法の最大の眼目である。

(3) 安定管理によって盛土が破壊ないし不安定状態に到達したと判断した場合は、その状況に応じて思い切った放置期間の確保あるいは盛土荷重軽減などの対策を講じる。更に必要であれば、チェックボーリングや安定解析などを実施して本格的な対策を講じる。

3.3 動態観測計画

動態観測計画は、これまでに述べた現場計測工法の考え方に十分対応するものでなければならない。札幌～岩見沢間の動態観測計画の骨子は、次のとおりである。

(1) 延長50～200mの施工単位区間ごとに観測線を設けることを原則とした。

(2) 計測器は、盛土の沈下や地盤の変形を対象にしたものを重点的に採用している。具体的には、地表面沈下計と変位杭はすべての観測線に設置しており、プレロード部ではこれに地中変位計や間隙水圧計を追加している。

(3) 工事区間に近接して重要な構造物があるなどして周

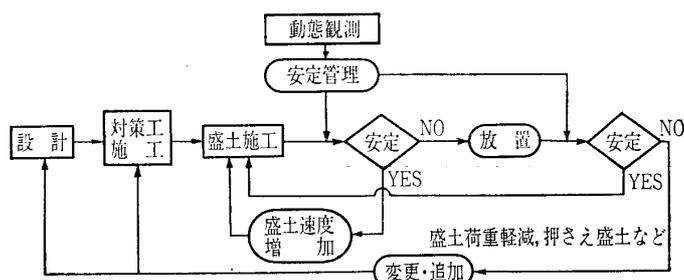


図-3 現場計測工法による施工方法

表-2 計測器一覧表

計測器	単位	数 量		備 考
		一般盛土部	プレロード部	
観測線	測線	35	79	30 測線 (片側設置) 21 測線 (両側設置) 101 測線 (両側設置)
地表面沈下計	個	105	237	
層別沈下計	〃	15	66	
地中変位計	本	8	22	
地すべり計	個	2	40	
変位杭	列	60	142	
間隙水圧計	個	0	64	
水位計	〃	16	14	

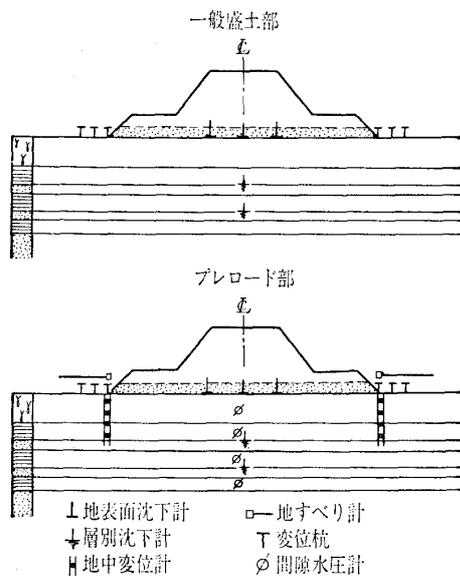


図-4 標準的な計測器配置図

辺地盤への影響が問題となる箇所については、観測線を追加し計測器もその目的に応じたものを配置している。

(4) 各工事現場（請負人）には、軟弱地盤における土工の経験者をチーフとする動態観測班（6～10名編成）を置かせる。観測頻度は、施工中は1日1回を標準とする（冬期休止期間中は測定可能な計測器のみ1週1回）。

図-4に標準的な計測器配置図を、表-2に計測器の一覧表（当初予定）をそれぞれ示す。なお、各工事は先行するものと後行するものがあって進捗状況がまちまちとなるが、先行工事区間は安全側をみて計測器配置を多少密にし、後行工事区間では先行工事の動態観測状況を検討のうえ計測器配置計画を改善するなどの配慮も行っている。

4. 施工管理システム

4.1 集中管理システムの導入

これまでに述べたように札幌～岩見沢間の盛土工事は、11工事に分割して発注、施工され、五つの工事区で担当することになっている。しかも、各工事は進捗状況がまちまちであり、盛土条件や地盤条件も多様である。更に、盛土

の設計は極限設計に近く、動態観測のための観測線は約110箇所にもものぼる。したがって、全工事を一貫した現場計測工法の考え方に基づいて系統的に施工するためには、1工事区と1請負人のみをつなぐばらばらな施工管理ではなく、すべての工事区と請負人を有機的に結合した総合的な施工管理を実施することが必要であると考えた。

そこで、当区間では図-5に示すような施工管理システムを採用した。日本道路公団の工事々務所の各工事区は1～3工事を担当するが、図-5は一つの工事区とその工事区が担当する工事の一つを請負う請負人および集中管理センターの三者の間の施工管理システムを示したものである。すべての工事区と請負人は、同じシステムに組み込まれている。図-5から分かるように、このシステムは、各工事現場における請負人による施工管理だけでなく、日本道路公団の工事々務所に工事を担当する工事区とは別に集中管理センターなるものを設置し、このセンターに全工事現場の集中的な施工管理を行わせるという二重の施工管理システムになっているのが特徴である。これは、二重の施工管理で施工管理に慎重を期すだけでなく、集中管理センターにおいて各工事現場の動態観測状況を横並びでチェックして、現場による施工管理のレベルのばらつきをなくすとともに、個々の現場での経験や集中管理センターでの検討結果などを全体へ迅速に反映させるなどして、全工事現場を有機的に結合し、かつ全体を系統的に施工管理する点に大きな意義がある。

このシステムにおいて集中管理センターが行う全工事現場の集中管理には、(イ)莫大かつ多種多様な観測データの系統かつ迅速な処理、(ロ)各工事現場の観測データの横並びの比較検討、(ハ)全観測データの系統的な蓄積と検索などが必要である。このため電子計算機を用いる動態観測の集中管理システムを開発し、集中管理センターへ導入した。この集中管理システムは、図-5から分かるように、集中管理センターに置かれた電子計算機の端末装置、およびこれと電話回線で接続された外部の電子計算機センターの大型電子計算機を含んでいる。システムの内容は図-6に示すとおりであり、その運用方法は以下に示すとおりである。

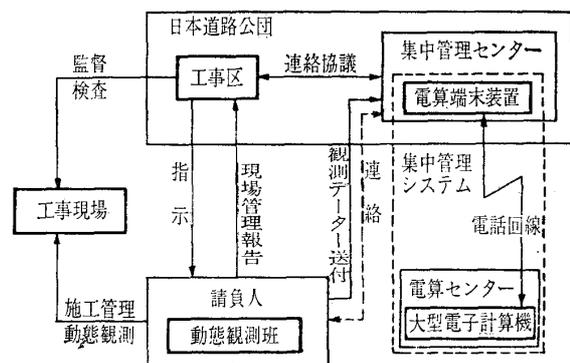
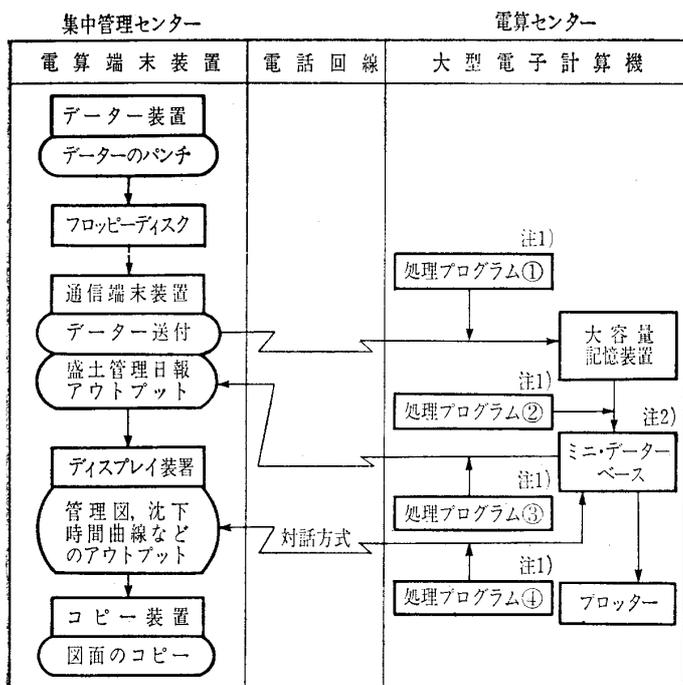


図-5 施工管理システム



注1) 処理プログラムの内容
 ① データの送付, チェック, 変換, 蓄積
 ② データの選択, 蓄積
 ③ 盛土管理日報の作成, 出力
 ④ 管理図などの作成
 注2) 盛土管理日報, 管理図などのためのデータのみ蓄積

図-6 集中管理システム

のための電算処理能力のほか, 各種の解析や検討のための演算能力を備えている。すなわち, (i)ボーリングデータの蓄積および処理 (土性図や土質定数相関図の作成, データの統計処理など), (ii)沈下計算および安定計算, (iii)蓄積された観測データの種々の様式による出力や処理 (幾つかの予測式による将来沈下量の予測など) が可能である。

4.2 施工管理システムの運用状況

図-5 に示したように, 各工事現場では請負人の動態観測班が中心になって動態観測を行い, 2.2 に示したような手法による安定管理を行う。その結果は, 施工状況や現場管理状況などとともに毎日担当工事区へ現場管理報告として提出される。

一方, 集中管理センターは, 総括者1名, 管理員2名, キーパンチャー1~2名, 電子計算機センターから派遣された非常勤のシステムエンジニア1名で運営されており, 日常的には主としてアウトプットされた盛土管理日報や各種管理図などをもとに全工事現場の施工管理を行う。盛土管理日報は, 表-3 に示すアウトプット例から分かるように, 全観測線についてのその日の施工状況, 累計の沈下量や水平変位量のほか, 2.2 で述べた四つの管理図のうち $\Delta q_E / \Delta \delta_H \sim q_E$ 管理図以外の三つの管理図についてを含んでいる ($\Delta q_E / \Delta \delta_H \sim q_E$ 管理図は, 一定期間ごとに作成している)。

(1) 各工事現場で観測されたデータは, 現場でその日のうちに整理され安定管理のための各種管理図等にプロットされる一方, 翌朝までに集中管理センターへ直接またはテレファックスによって送付される。

(2) データは, データ装置によりフロッピーディスクにパンチされ, 通信端末装置によって電子計算機センターの大容量記憶装置へ送られる。

(3) これらのデータの中で各種管理図やそれらに関連する指標の作成に必要なデータは加工され, ミニデータベースへ蓄積される。

(4) これらは, ミニデータベースから集中管理センターの通信端末装置を通じて盛土管理日報としてアウトプットされるし, 必要と判断した観測線についてはグラフィックディスプレイ装置に各種管理図を図化させたり, それをコピーすることもできる。

(5) 集中管理システムは, このような日常的な施工管理

例えば, 表-3 において STA 209+30.00 では, この日, 前回の盛土施工から6日の放置期間ののち0.3mの盛土が施工され, 盛土高, 沈下量および水平変位量がそれぞれ3.05m, 145.7cm, 34.5cmに達していることが分かる。また, 三つの管理図についての指標がそれぞれ計算されているが, あらかじめ設定してある基準値 (2.2 参照) をはずれると, その指標の欄の次の WN 欄に * 印がプリントされるようになってくる (観測線の欄の次の WN 欄には, これらの各指標のどれか一つでも * 印がプリントされると, * 印がプリントされる)。STA 209+30.00 では, $S \sim \delta_H$ 管理図の二つの指標と $S \sim \delta_H / S$ 管理図の一つの指標に * 印が出ており, したがって観測線の欄の次の WN 欄にも * 印が出ている。別の観測線 STA 210 + 34.80 をみると, 前回の施工から3日経過しているが, この日は盛土は施工されていない。集中管理センターでは, アウトプットされた全観測線の盛土管理日報をチェックし, * 印がプリント

表-3 盛土管理日報のアウトプット例

STA	WN	S	D	ALP 1 WN ALP 2 WN			DEL. D WN	P J / P F WN ALP 3 WN D / S WN			H	DEL. H	DAY		
↑ 観測線	↑ 警告表示	↑ 累計沈下量 S (cm)	↑ 累計水平変位量 δ_H (cm)	S ~ δ_H 管理図の指標			$\Delta \delta_H / \Delta t \sim t$ 管理図の指標	S ~ δ_H / S 管理図の指標			盛土高 (m)	↑ 当日の施工盛土高 (m)	↑ 放置日数		
209+30.00	*	145.7	34.5	.27	*	.89	*	1.30	.88	.18	*	.24	3.05	.300	(6)
209+84.70		202.2	2.0	.21		-.18		.05	.67	7.35		.01	4.13	.300	(6)
210+34.80	*	152.6	15.4	.12	*	10.69	*	.30	.78	1.16		.10	3.62	.000	(3)
211+74.70	*	24.4	10.6	.12		.69	*	.55	.71	.09		.43	4.02	.000	(2)

No. 1227

された観測線について、それが測定誤差やデーターのばらつきによる見かけのものであるかどうかの検討とともに、各管理図や各データーの時間的変化などをグラフィックディスプレイ装置に図化させて詳細な安定の検討を行う。この安定の検討に当たっては、各請負人から担当工事区へ毎日提出される現場管理報告も参考にされる。場合によっては、各請負人の担当者からの事情聴取も行われる。

このようにして集中管理センターでは全観測線について安定の検討を行い、各観測線に対応する施工単位区間について3.2に述べた施工方法の考え方に従って施工継続の是非、施工方法の変更（盛土速度の増減など）、施工や動態観測の注意事項などのコメントをまとめ、各工事区へ連絡、協議する。各工事区は、それに基づいて各請負人に対し具体的に指示を与える。

集中管理センターでは、このような日常的な施工管理業務のほか、蓄積データーや施工実態の分析、それに基づく安定管理方法の改良など施工管理システムの検討、請負人や工事区に対する施工管理についての指導、協力などを実施して、施工管理システムの効率的な運営の要としての役割を果たしている。

以上のように、当区間の施工管理システムは、集中管理センターと工事区および請負人の三者の密接な協力によって運営されている。

5. あとがき

札幌～岩見沢間の本線工事は、昭和53年6月より順次着工しており、昭和54年8月からは動態観測の集中管理システムが導入され、本格的な施工管理システムが始動している。この施工管理システムのこれまでの運用の結果からその大きな成果として、これだけの大規模な軟弱地盤の盛土工事が多くの施工業者によって分割施工され、それらの進捗や現場条件がばらばらな状況の中で、たいした問題も起こさず順調に進捗していること、また、軟弱地盤での盛土

工事の経験のない多くの工事関係者の間に、施工管理の重要性に対する認識が徹底したことなどが挙げられる。しかし、同時に、このシステムには電子計算機を用いた集中管理システムの導入という従来にない大きな投資も行われており、より経済的なシステム運用も追求しなければならない。したがって、今後、このシステムの改良とその運用の工夫を図って、より経済的かつ合理的な施工を行っていきたいと考えている。

また、このシステムにより、ボーリングデーターを含めて莫大な各種観測データーの整理、蓄積を完全に行い、供用後の維持管理への引継ぎや今後の他工事への運用、更には土質工学上のバックデーターとしての活用など各方面へ資することも期待している。

なお、この報告で詳しく触れることができなかった、盛土の安定管理方法や施工管理システムの実際の運用状況については、機会をあらためて報告したいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 例えば、柴田徹編著：建設技術者のための現場計測工法，日刊工業新聞社，1979.
- 2) 例えば、日本道路協会：道路土工——軟弱地盤対策工指針，1977.1.
- 3) 栗原則夫・高橋朋和：盛土基礎地盤の破壊予測に関する考察，第14回土質工学研究発表会講演集，pp.801～804，1979.
- 4) 富永真生・橋本正治：側方変位の現地計測による盛土の施工管理について，土と基礎，Vol. 22, No. 11, pp. 43～51, 1974.
- 5) 栗原則夫・一本英三郎：動態観測の活用（道路盛土工における実施例），昭和52年度土木学会関西支部講習会テキスト，pp. 71～81, 1977.
- 6) 松尾 稔・川村国夫：軟弱地盤上の盛土施工に関する施工管理図，土と基礎，Vol. 26, No. 7, pp. 5～10, 1978.
- 7) Sekiguchi, H. & T. Shibata: Undrained behavior of soft clay under embankment loading, 3rd Int. Conf. Numerical Methods in Geomechanics, Aachen, 1979.
- 8) 持永龍一郎・栗原則夫：北海道縦貫自動車道（札幌～岩見沢）における軟弱地盤対策，道路，日本道路協会，昭和54年9月号，pp. 38～43, 1979.

（原稿受理 1980. 7. 28）

学会発行図書案内

土質基礎工学ライブラリー第20巻

緑化・植栽工の基礎と応用

A 5判 319ページ 送料 350円
定価 4,400円 会員特価 3,400円

発行：土質工学会

東京都千代田区神田淡路町2-23(青山ビル4階)
〒101 電話 03-251-7661(代)