

路盤上スラブ軌道の設計施工について

国鉄盛岡工事局	工事第一課	正会員	稲葉紀昭
	技術管理室	"	熊谷治郎
	工事第一課	"	○青藤義和

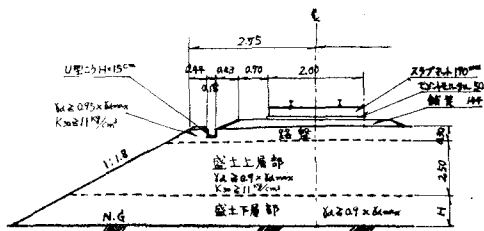
I 概要

鉄道における従来の軌道構造は、レール、枕木、バラストの3要素から成り立っているが、列車荷重によりバラストが変形をおこすため、定常的な保守整正作業を必要とする。一方、近年における人件費の高騰、労働事情、列車ダイヤの過密化による保守間合確保の困難等の問題が生じ、また東海道新幹線の実例もみると、高速運転による著大な衝撃でバラストが細粒化し、さらには噴泥現象が発生するに至っている。将来、 250 km/h で運転する新幹線網の建設にあたっては、乗心地、メンテナンスフリー化、安全性の上からもバラスト軌道よりも強固で精度の高い新軌道構造であるスラブ軌道により、全線も可能な限り敷設することが要求される。

路盤上スラブ軌道とは、切取、盛土の路盤上にアスファルト舗装し、コンクリートスラブを敷き並べてレールを締結し、舗装とスラブの間にセメントモルタルをてん充したものである。羽越本線金浦、仁賀保間5.5kmの線増工事に於いて一部260m区間について試験的に施工したので、主として、問題の多い盛土上スラブ軌道を取り上げてその設計条件、施工、各種測定結果等を報告します。

Ⅱ 設計条件について

土路盤上のスラブ軌道の場合、橋りょう、高架橋上、トンネル内等のスラブ軌道と比較すると、下部構造の沈下による変形が大きく致命的な弱点となるため、沈下量の小さい良質な盛土を作るには、地盤、盛土材料、施工法などは特別の配慮が必要となり、従来の国鉄の設計条件を再検討して、以下の図-1のように厳しい規制値とした。



規制項目	条件値
スラバ敷設後の 最終沈下量	30mm以内
大たきみ	1/1800以内
折れ角	27/1000以内
盛土上層部以上の強度	K ₃₀ ≥ 11 N/mm ²

注)
最大乾燥密度 ρ_{dmax} は
2.4法により求める。
 K_{30} 値とは直径30cm
の載荷板を用いた
平板載荷試験

		地盤記号	a	b	c	d	e
盛土層		地盤記号 油目		沢崎層 R.A.S.NE 白土、黄泥 が混在する 粗粒のS.M. 粒のS.M.	S.H.S.W 粘土質の毛 2"以上は 少ない	中粒の層 26%以上 27%以上 33%以上 N.B.15	A.C.C. A.Lに属す ない 地盤。
		油目					
密土層上部部	A	GW.GP GM.SP	△	○	○	○	X
	A ₁	砂質シルト					
密土層下部部	B	GC SC	○	○	○	○	X
	C	CL.ML SM.SP	△	△	△	△	X
盛土下層部	C ₁	細粒シルト 砂質シルト が混在する					
	D	MH.CH OL.OH	X	X	X	X	X

注) ◎最適、○適 △要注意 ×不適
地質は統一分類記号による。

圖-1 設計条件

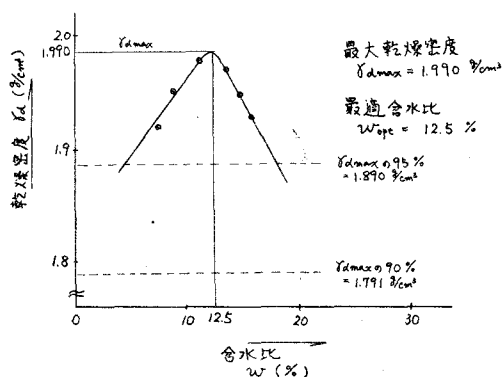
図-2 盛土の適用分類

Ⅲ 現場締固の試験

設計条件を満足する締固め度を得られるような盛土材料、軽圧機械、巻き出し厚、軽圧回数等の作業基準を決定するため、施工に先だち予備試験を実施した。

施工区間の地盤は、図-2においてCまたはDに該当し、盛土材料はGW-GMであるので「適」と判定される。盛土材料の諸性質は以下の図-3の通りである。

項 目	値
4.76 ^{mm} 以上の粒子	44.5 %
4.76~2.00 ^{mm} の粒子	8.2 %
2.00~0.42 ^{mm} の粒子	19.2 %
0.42~0.075 ^{mm} の粒子	16.2 %
2000 μ フルイ通過重量百分	47.3 %
420 μ フルイ	27.5 %
75 μ フルイ	11.3 %
最大粒径	35 mm
60 % 粒径	8 mm
30 % 粒径	0.50 mm
10 % 粒径	0.065 mm
均等係数	123
曲率係数	0.48
日本統一分類法	GW-GM
最大乾燥密度	1.990 g/cm ³
最適含水比	12.5 %



盛土材料の突固の試験結果(2-4法)

作業基準を決定するための締固めの試験では、軽圧機械としてタイヤローラー12tを使用し、所要の乾燥密度、K₃₀値、仕上り厚を得られるような作業基準は以下の図-4のように決定した。

項 目	盛 土	路 盤
巻き出し厚	25 cm	20 cm
仕上り厚	20 cm	15 cm
軽圧回数	8 回	10 回

図-4 作業基準

また試験によると、乾燥密度は図-3からも予想できるように、含水比の多少にかかわらず所要の乾燥密度を得ることは可能であるが締固めの強さを示す平盤載荷試験によるK₃₀値は含水比に大きく影響される。特に最適含水比より湿潤側に大きくなると極端に強度が低下する。

実際の施工では盛土材料の含水比をできるだけ限り最適含水比に近づける必要があり、所要の強度を得られる施工管理限界として、最適含水比の湿潤側2.0%以内に調整しながら施工するものとした。

Ⅳ 施工について

本工事区間は秋田県南西部に位置し、スラブ軌道敷設区間は羽越本線金瀬仁賀保間のほぼ中間に位置する。この付近の地質は第四紀の沖積層が堆積し、又、鳥海山による泥流地形のため小丘群が分布し転石が多い。施工延長は260mであり内訳は、切取120m、盛土105m、橋りょう35mで

あり、盛土の最大高さは約4mである。(図-5参照)

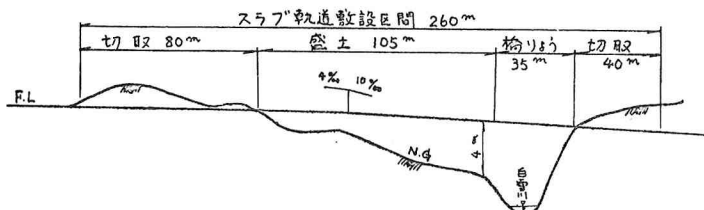


図-5 スラブ軌道敷設区間縦断

盛土の施工は作業基準に従い、ショベルドーザーにより巻き出し、タイヤローラー12tにより転圧した。基盤となる地盤は田地であるため砂礫層が現われるまで0.5～1.0mの厚さを盛土材料で置換をした。この付近は地下水位が高く、サクション現象により地下水を吸い上げて盛土材料の含水比が高くなりがちであるため法尻にU型こうを設けて自然排水につとめた。

工期的に天候が多雨期に施工となったので、地山含水比が最適含水比よりも5～10%程度高く、そのまま使用したのでは所要の強度が得られないことから、含水比の調整のため、土場と現場付近に仮置きし、天気の良い日に2～3日間さらして暖気作用による含水比の低下を図った。しかし、最適含水比近くまで含水比を下げることは難しく、本工事では、午前中または前日にうすめに巻き出しを行ない、ショベルドーザーの爪を立てて土を乱し、日中さらして、夕刻に転圧するという方法をとるもえなかった。施工終了時、及び雨天時には施工面にシートをかけて防水につとめたが、降雨後2～3日は盛土材料の含水比が高く転圧が不可能であった。以上のように土工は天候に大きく左右されるために、盛土施工延長105m、盛土量1,600m³の工事にかかわらず工期40日を要している。

盛土は完成後できるだけ圧縮沈下を進行させた方がよいのでスラブ軌道では、放置期間を6ヶ月必要とするが、工期的にさしせまり2ヶ月程度にせざるを得なかった。

法面は特に土羽工は使用せず、土羽転圧は小型法面転圧機T N 80 (テニコン)を使用し、雨裂防止のため、法面保護枠もととりつけ、種子吹付を行なった。

切取区間は盛土と同等の設計条件であるが、盛土ほど沈下に対する問題は少なく、地盤の強度も十分あると考えられたが、地下水位が異状に高いために、路盤部分50cmを盛土材料で置換し有孔ビューム管による盲こうを設置してサクション現象による地下水位の上昇を防止した。

切取、盛土の接続部分は片盛土、片切取を避けて、純切取、純盛土とした。

なお、路盤面の高さの仕上り精度は+10mm、-50mmであるが、これはほぼ満足することができた。



写真-1 盛土転圧作業

V 測定結果

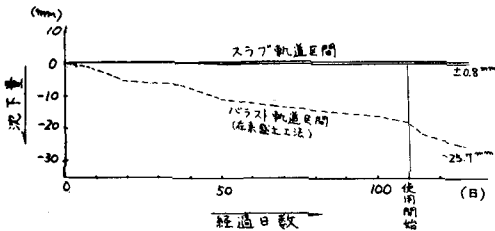
以上のような設計、施工によりどの程度の締固め度が得られたか、また、どの程度の沈下量にのめ得たかを調査するために、種々の測定を実施した。以下にその結果の概略を報告する。

平盤載荷試験による K_{30} 値 (Kg/cm^2)

項目	位置	切			盛					
		1	2	3	1	2	3	4	5	6
路盤	転圧直後	12.4	12.7	10.8	18.2	14.0	10.0	18.0	19.2	13.2
	20日放置後				18.8	21.6	28.4	—	23.6	—
盛土	上層部上面				9.6	11.6	18.0	14.6	12.8	—
	上層部中間				6.0	6.8	8.2	—	—	—
	上層部下面 転圧後再転圧				12.4	19.8	—	—	19.8	—

乾燥密度/最大乾燥密度 (%)

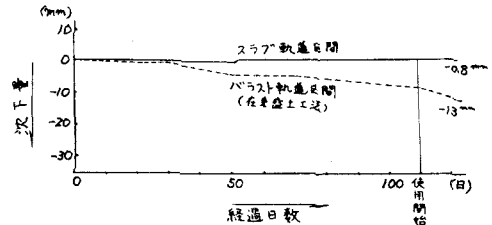
項目	位置	切			盛					
		1	2	3	1	2	3	4	5	6
路盤	転圧直後	110.0	111.2	101.6	98.5	93.0	90.0	99.0	97.4	93.2
	20日放置後				98.2	95.4	87.9	93.0	97.8	—
盛土	上層部上面				98.2	95.4	87.9	93.0	97.8	—
	上層部中間				—	—	—	—	—	—
	上層部下面 転圧後再転圧				93.7	94.3	—	—	—	—



地盤と盛土の総計沈下量

注:

測定はワイヤー式沈下計による。スラブ軌道区間盛土高4m、バラスト軌道区間3.5mである。



盛土部分の沈下量

VI まとめ

以上が路盤上スラブ軌道の概要であるが、測定結果から見てほぼ設計条件を満足しうる締固め度を得ることができ、その後の沈下量は極めて少ない堅固な盛土を作ることができた。しかし、綿密な施工管理も必要とし、特に含水比も適正に調整することが最大の問題であり、これを維持しない限り所要の締固めの強度を確保することは困難である。

今回は試験工事でもあり、施工量も少なかったのできめ細かい施工が可能であったが、今後、大量施工する場合、果してどの程度の質の工事ができるか問題となる。また詳細な地盤調査も必要となるなど多くの問題もかかっているが、一た、今回の新盛土工法によれば設計条件を満足しうる良質な盛土を作れることが明らかになり、ここでの成果は今後、路盤上スラブ軌道を新幹線軌道に採用する場合の施工法の確立に役立ち、取り入れられていくものと思われる。