

道路における盛土構造物の変化・変遷

Transition of the Earth Structures in Expressway

藤 岡 一 頼 (ふじおか かずより)

NEXCO 中央研究所 道路研究部 土工研究室主任

大 窪 克 己 (おおくぼ かつみ)

NEXCO 中央研究所 道路研究部 土工研究室室長

1. はじめに

現在の道路土工技術は、名神高速道路の建設を契機として、土質工学の理論を設計や施工管理へ反映させるとともに、現場での事象から新しい知見を得て、それを活用することにより築かれている。名神高速道路の建設において、大型機械を基本とした施工、軟弱地盤対策など、初めて経験する様々な問題を試験盛土などにより逐次検証し、試行錯誤を繰り返していく中で、道路土工の基本技術が形成されてきた。

名神高速道路で培われた技術は、東名高速道路、縦貫道、横断道へと全国的に展開され、各地で遭遇した多種多様な不良土の克服や、軟弱地盤対策、切土法対策等の分野を通じて土質工学の発展に大きく寄与してきた。また、施工においては、大型機械による大規模かつ急速な施工が実現され、それに見合う品質管理技術が確立されていった。

本報告では、道路土工のうち、盛土工、特に高速道路の施工管理についての変化・変遷について述べる。

2. 機械化施工の変化・変遷

2.1 名神高速道路時代（昭和32年）までの盛土工

「道路土工」という言葉が一般的に使われ始めたのは、昭和29年から31年にかけてまとめ上げられた道路土工指針からだといわれている。それから考えれば、道路における盛土工の歴史はそれほど古くないと思われる。

昭和31年には、Watkins (ワトキンス) 調査団が来日している。その勧告には、「日本の道路は信じがたいほど悪い。工業国として、これほど完全にその道路網を無視してきた国は日本の他にない……」と述べられ、日本の

道路整備の遅れを象徴した言葉となっている(写真—1)。

また、同年には日本道路公団（以下「公団」という。）が発足している。当時は、まだ効率的な機械施工が本格化しておらず、人力と小規模機械による施工が主であり、重機を使用した施工は珍しいものであった。我が国で初めての本格的な機械施工は、公団が昭和31年12月に着工した雲仙道路で、6 t級ブルドーザ、0.3 m³級のショベル、5 t級のダンプを採用していた。

その後、昭和32年4月に建設省土木研究所、日本機械化協会等の協力のもと、横浜新道において13 t級ブルドーザ、キャリオールスクレーパによる道路工事が実施され、同時に機械施工における品質管理に締め固め管理が採用された。この工事において、国産、外国製の施工機械の比較が行われ、我が国の建設機械の性能向上と製品化の基盤となった。

2.2 名神時代（昭和32～39年）の盛土工

名神高速道路では、それまでの道路工事と異なり、立体交差の形態をとることから約2 800万 m³という膨大な土工量を処理するため、経済的な視点から機械化施工を積極的に採用する必要があった。また、均等な強さを有する路体、路床、路盤を効率的に確実に構築するためには機械化施工が有効であるとともに、厳密な施工管理が必要不可欠であった。

そのため、土質工学理論を基に実験室で試験を実施するとともに、その土質特性に応じた設計法を確立するために、常に現場での大規模な試験施工を実施し、結果を設計や施工管理に反映していった。この結果、過去の道路土工工事の方法とは異なり、盛土材料を1層1層、平坦に敷均し、十分な転圧により構築する盛土工事が実施されるようになった。



写真—1 当時の道路状況（塩尻峠付近）



写真—2 名神高速道路山科モデル工区

写真－2は、機械施工による土工工事の基準作りや施工管理に対する考え方を確立するため、モデル工区として先行着手した名神高速道路山科地区の施工状況である。

表－1に名神時代から現在までの締固め施工機械および盛土路体部における締固め層厚の変遷を示す。名神時代の締固め機械は20tタイヤローラが主流であったことから、それに見合う、締固め層厚は20cm以下であった。

2.3 東名時代から平成10年頃までの盛土施工

東名・中央道の建設は、基本的には名神において培われた技術の継承のうえに展開されたものである。名神時代の土工量が9年間で2800万m³であったのに対し、東名では7年間で6700万m³という大規模な土工が行われている。これは、高速道路盛土を効率的、経済的に行うための必要性和大型機械の性能向上とあいまって進化したものである。施工層厚についても、名神時代の20cmに対し、東名時代では30cmに変更されており、効率化が図られている。

なお、締固め施工機械は、名神時代と同じ20tタイヤローラが主流であった。これは、関東ロームなどの高含水比粘性土が多く発生し、盛土に求める品質についての研究成果から、ブルドーザや軽い自走式タイヤローラなどによって均等に踏み固めるのが最も効果的であったためである。

昭和60年以降においては、建設の主体が山岳部へ移行したことにより、多種多様な材料が発生し、特に硬質で粒径の大きな材料（岩塊）が大量に発生した。締固めに関する検討の結果、このような材料に対する締固め効果を向上させるため、振動ローラ（転圧力200kN級）の導入が図られた。なお、締固め層厚については東名・中央道以降と変わらず、30cm以下の施工がなされてきた。

2.4 第二東名神時代（平成10年～）の盛土施工

第二東名神は、現東名・名神高速道路と比較し、緩やかな平面・縦断線形を採用している。また、路線の大部

分が山岳部を通過するため、構造物比率が高く、長大切土や高盛土が連続し、特に休憩施設の盛土は1箇所あたり数百万m³に達している。このような大規模土工においては、施工をより確実、迅速かつ安全に実施するために、大型施工機械による厚層施工を実施している。

通常の盛土1層の仕上り厚さは、路体で30cm以下、路床で20cm以下と規定している。そこで、施工の効率化・省力化を進めるにあたり、起振力320kN級振動ローラを用いて一層仕上り厚さが30～60cmでの施工が可能（一部材料を除く）とした（表－1参照）。

3. 品質管理の変遷

3.1 名神高速道路時代（昭和36～39年）の品質管理

名神高速道路建設以前の道路盛土施工に関しては、工法のみが規定されているだけで、品質の規定はなされていなかった。初めて締固め度に品質規定を試験的に採用したのが、前出の横浜新道の試験工事であった。その後名神高速道路建設時に仕様書に規定されることとなった。

高速道路の場合、複雑な地形によって切盛の変化が多いことや横断構造物が多いという特殊な条件から、盛土の沈下は路面の平坦性を損なうこととなり、高速走行の安全性に問題となる。そのため、十分な締固めにより沈下を極力少なくすることが、高速道路の盛土に必要な条件であった。このような締固めの重要性から、当時の土質工学の知見を取り入れた品質管理規定を採用している。

以後、我が国における道路盛土の締固めに対する認識が高まり、道路土工の質が大きく向上することとなった。

名神高速道路における施工管理は、名神高速道路試験所（現在の中央研究所）を主体として、各工事事務所に試験室を設け、材料試験、日常管理試験の一部を公団技術者自らで実施していた。

3.2 東名・中央道時代（昭和45～60年）の品質管理

東名・中央道時代で、名神建設時代より大きく変わったものが施工管理体制である。名神建設時には、

表－1 締固め機械および品質管理手法の変遷¹⁾に加筆修正

	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
背 景	名神高速道路			新規五道				第二東名・名神 他			
	東名・中央高速道路			横断道 他				品質の向上 コスト縮減 効率化			
	確実な施工 2,800万m ³ /9年			東名・名神技術の拡大				更なる品質の 向上・効率化			
	急速大規模土工 6,700万m ³ /7年			施工機械の開発 施工機械の大型化、自動化							
締固め層厚 (路体)	20cm以下		30cm以下				土砂 30cm以下 岩 50cm以下		締固め機械と材料の組合わせ により決定		
主な締固め機械	200kN タイヤローラ						200kN 振動ローラ		200kN 振動ローラ 300kN 振動ローラ(厚層施工)		
主な品質管理手法	品質規定方式(突き砂法) (点管理)						品質規定方式(RI法) (多点・平均値管理) または 工法規定方式(タスクメータ法) (稼働時間管理)		施工 規定方式 (GPS法) (面的管理)		性能規定方式(路床) (ローラ加速度応答法) (面的管理)

論 説

公団職員による日常管理・品質検査だったものが、日常管理試験については原則として請負人が行い、公団はその立会いもしくは必要に応じて試験を行うことに、また品質管理は抜き取り的に試験を行うこととし、公団立会いのもと請負人が試験を実施することになった。この背景には、当時の社会情勢等の理由により、急速な高速道路整備網の整備が求められたこと、電源開発・名神高速道路・東海道新幹線などの大規模工事の経験の蓄積により請負人の品質管理体制が整ってきたことがあげられる。

3.3 横断道時代（昭和60年～平成12年）の品質管理

横断道建設時代においては、山岳部が主体となる道路工事が主流となり、取扱う土工量が増大してきた。このような背景より、公団において盛土品質管理手法としてRI計器による締固め度測定方法が開発された。従来の突き砂法による締固め管理では、施工ヤードのある1点における品質確認であり、しかもその結果は施工翌日の判断であった。しかし、RI計器による方法の開発により多数点の品質確認が施工直後に判断でき、ある程度の面的な管理が可能となった。また、この手法により締固め管理には、施工ヤードの全体の平均値管理といった概念が採用された。また、密度測定が困難である岩塊盛土の品質管理手法として、工法規定方式（締固め施工機械の稼働時間管理）も基準化された（表一1）。

3.4 第二東名時代（平成12年～）の品質管理

大規模盛土の広範囲な施工を面的かつ連続的に管理する必要性から、GPS（汎地球測位システム）を用いた盛土の締固め管理システムを開発した。これは、施工ヤードにおける締固め機械の走行軌跡、転圧回数、締固め層厚および走行速度をリアルタイムに確認でき、品質管理の自動管理を可能とした（図一1参照）。

4. 盛土工における今後の課題と展望

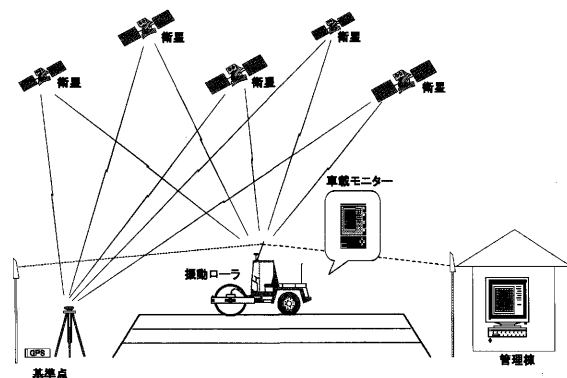
今後の盛土施工は、地方の山岳道路に代表される地形・地質・気象条件が厳しい地域および大都市近郊の施工条件が厳しい地域に大別される。一方では、道路延長の増大とともに土構造物の老朽化が進み、維持管理の重要性はますます高まっている。また、豪雨、地震等自然災害が多発し、防災に対する取り組みも重要となる。

したがって、より一層の①事業の効率化、②コスト縮減、が求められる。また、社会的要請への対応という観点から、③防災対策、④環境保全など、これらに関する技術の発展・開発が必要となってくる。

4.1 事業の効率化、コスト縮減

限られた予算の中で質の高い社会基盤を創造し保全していくには、土構造物の建設・維持・補修・更新を含め、その費用・便益を総合的に評価していく必要がある。

これらを総合的に評価するためには、土構造物の機能低下および降雨・地震などのハザードを予測する必要がある。これらを予測するためには、過去の経験・実績・事例などのデータベース化が重要である。中央研究所には、名神以来の工事管理データが蓄積されており、これ



図一1 GPSを用いた締固め管理システム概念図

らを有効に活用することで、事業の効率化、コスト縮減に取り組んでいくものである。

4.2 防災対策

土構造物は、橋梁等の構造物と比較して容易かつ速やかな補修が可能である。ただし、復旧の難易度を評価するには土構造物がどのような変位・変形を生ずるか定量的に把握しておく必要がある。

大規模地震を考慮した場合、塑性変形をある程度許容することが妥当であることなどを観点に、耐震性能照査方法の検討を進めている。

しかし、土構造物は施工時にしっかりした品質管理を行うことで、災害に対する減災を図ることができることを十分に理解する必要がある。

4.3 環境保全

平成15年2月に土壌汚染対策法が施行され、今後、ますます土壌および地下水環境の安全など地盤環境保全に対する取組みが社会的に強く求められている。今後も土壌・地下水汚染のリスクを回避するため、関連する法規や基準等への適切な対応が必要である。

5. おわりに

日本道路公団では、名神高速道路の建設以来、土質工学の現場への適用および現場における新しい知識の発見と活用を繰返しながら、日本の国土に適応した現在の土工技術を構築してきた。

また、複雑多様な性質を持つ材料や地盤を対象とする土工技術は現場の積み重ねが重要であり、これらに基づく工学的判断が優れた土構造物を生み出す技術となる。

現在、土構造物の性能規定化が叫ばれている中で、現在の盛土構造物がこのような変遷により技術が確立され、十分な品質管理が実施されていることで、現在の盛土の性能が確保されていることを理解したうえで、試験盛土などを有効に活用し、新たな知見を加えていくべきではないかと考える。

参 考 文 献

- 1) 益村公人：月刊建設 Vol. 50, (社)全日本建設技術協会, p. 25, 2003.

(原稿受理 2006.6.6)