

講座

UDC 625.73+625.8

道路工学特論 V

道路工事の実施

正 員 高 野 務*

道路工事を実施するに際して処理すべき事項は、範囲が広く、多岐多様に亘るので、限られた紙数では乏しい知識、経験をも述べ尽し得るとは考えられない。また、本稿に述べようとする事項は、道路に対して特異なものとは限らないであろうし、学術的でもなく、事新しいものとも言うことができないが、現在我々が実施している道路工事の現況を披露する意味で、日常当面している諸問題を羅列することとする。

I. 土 工

土工の計画並びに実施に当り、施工の対象となる土の性質を把握することの重要であることは一般的であるが、道路工事においては、路線の選定が交通上の要求に制約され、工事上の都合のみから行い得ないので、必ずしも良質な土のみに対して施工し得るとは限らない。従つて、工事を行うべき土地の地質、工事の対象となるべき土の性質を十分に調査し、これに対する工法を決定することが特に必要となる。比較的大規模な土工の場合には掘削箇所のボーリングが必要であり、盛土に使用する土に対しては前篇に述べられた方法により、その密度、比重、含水量、液状限界、塑性限界、塑性示数、膨脹、収縮、等を測定して施工しなければ常に安全で、経済的な土工を行うことが困難である。

1. 盛土・切土の平衡

道路の土工においても、土取場または土捨場を道路敷外に設けることが一般に困難でもあり、不経済でもあるので、1区間内の盛土並びに切土の量が平衡するよう計画するのが常識である。切取箇所から盛土箇所への土の運搬距離が経済限界距離を超えるような特殊な場合にも切盛の平衡に拘泥するのは妥当でない。この場合には、盛土は道路敷外に別に設けた土取場に仰ぐのが経済的である。

土運搬の経済限界距離は、運搬用機械の種別、運搬方法、その他の条件によつて一定でない。例えばブル

ドーザは50m以下の推土の場合に最もよく、100mを超えると単独で使用するのは不経済であり、キャリアオール、スクレーパは600~700m迄の土運搬が可能である。トラックまたは機関車を使用すれば更にこれを延長することができるのである。いかにして運搬費を節減するかの工夫が、掘削及び盛土の工費節減と共に施工上最も重大な問題である。

2. 土の収縮並びに膨脹

土砂、岩石は、これを掘削すると容積が増大し、これを盛土に築立てれば再び減少するのが普通である。土の種類により、1)出来上りの盛土が、これを造つた切土量より大きくなるもの、すなわち膨脹するものと、2)出来上りの盛土が切土より小さくなるもの、すなわち収縮するものがある。盛土に用いる切土の量を決定するため、収縮率と呼ぶ係数を使うことがある。収縮率は1)盛土を造るための切土と2)これによつてできる盛土との比であつて、1より大きい場合には収縮を、1より小さい場合には膨脹を意味する。収縮率は、掘削または盛土の方法によつて異なるが、硬岩に対しては0.5~0.8、軟岩または崩れやすい岩石に対しては0.7~1.0、土に対しては0.9~1.3が普通である。

道路の工事計画において、施工基面を決定するためには現地の土に対する収縮率を正しく推定しなければならない。工事実施中に、土の収縮率が設計に当つて推定したものと差違があることを発見した場合は、直ちにこれに即応する計画変更を行うことが肝要である

3. 盛土の施工

築造された盛土は、最終的に落ちつく迄に多少の沈下をまぬかれないのが一般である。沈下の量は土の種類及び締固めの方法により変化し、砂利、砂、岩石の場合にはほとんど無いが、土の場合には著しく、良質でない土を緩く散布した場合には20%程度にも及ぶことがある。道路の盛土に対しては必ずしも良質の土を使用し得ない場合が多く、しかも、道路においては完成後の沈下は縦断勾配に変化を与えることとなり、特

* 建設省道路局国道課長

に舗装道に対しては致命的な欠陥となるので、盛土の施工に当つては薄い層にわけて施工し、各層を十分締固めることが特に必要である。

良質でない土を使用した盛土は、沈下が大きいだけでなく、十分な締固めを行わないと崩壊することが往々あるから、施工に当つては、特に締固めに注意しなければならない。

米国では、道路の盛土に対しても、水締め工法、タンピングローラによる工法等の特別締固めが勵行されているようである。わが国では従来、道路の盛土に対する締固めが甚しく等閑視される傾向にあつて、これに原因する失敗がしばしば繰返えされているのであるから、今後はわが国の土質に適合するシープスフトローラ、タイヤローラ等の研究と共に、土の締固めに対し格段の注意を払うことが必要である。

特別締固めを必要としない場合にも、道路の盛土は次の要領で施工しなければ安全でない。

- 1) 盛土は原則として、土を道路一杯に薄い水平の層に敷き詰め、締固まつた後、次の層を施工し、順次層を重ねて施工する。
- 2) 砂利、砂または最大径 15 cm 以上の石が容積で 25% 以内の普通の材料を用いる場合の層の厚さは、締固め前、30 cm 以下とする。
- 3) 直径 15 cm 以上の石が容積で 25% 以上含まれている材料を用いる場合にも、層の厚さは 60 cm 以下とするのがよい。
- 4) 土の敷詰めには使用する機械は、各層の全巾に亘つて平等に作業することが必要である。

この要領に応じて作業するには、ドーザを用いるのが最も好適である。

ドーザは盛土を確実に施工できるだけでなく能率の上からも極めて優秀である。例えば D-7 ブルドーザを使用した場合、平均運搬距離を 50 m とすれば、1 日(実働)作業量 165 m³ 以上を挙げることができ、運転員、運転補助員、整備員各 1 名、手伝人夫 2 名を配するとともに労力の節減を図り得、燃料その他の消耗品、機械整備に要する費用、機械消却費等を見込んでも相当の経済性を有するものと言ふことができるのであつて、近年ドーザまたはドーザとキャリオール、スクレーパ併用の土工方式が道路土工に対しても取り入れられてきたのはこれ等の理由によるのである。

ドーザが土工に使用して優秀なことは上述の通りであるが、道路土工に対しては必ずしも良質な土のみを使用することが不可能なことは再三述べた所であつて、これ等の土に対してはドーザの運転に支障を来たすことがあるから、ドーザ土工のみに拘泥するのは妥

当でない。現地の、土その他の条件に応ずる工法を選択することが必要である。

4. サンドパイル

軟弱であつて、湧水があるか地下水位の高い湿地等に道路を築造する場合には、盛土に先立ち原地盤にサンドパイル(sand pile)を施工すると効果がある。

サンドパイルは、例えば直径 30~40 cm 程度の鋼管を、シューを先端につける等の方法で管の中に土が入らないようにして打込み、次に砂を管の中に搗固めつつ填充し、管を引き抜き、砂の杭を地中に建込む方法である。サンドパイルの間隔は、土の軟弱さの程度、水の量等によつて決定される。

上昇圧のある場合には、水は砂に沿つて上昇し、地盤に盲下水等を設ければ、これによつて排水することができ、サンドドレイン(sand drain)の働きをし不透水性の地盤の下に透水層がある湿地の場合に、透水層迄に達するサンドパイルを施工すれば、水は砂を伝わつて透水層に排除され、地下水位を下げるができる。サンドパイルは、一種の、砂による不良土の一部入れ換えの工法とも考えることができよう。

II. 舗 装

道路の路面構造としては、コンクリート舗装、アスファルト舗装等のいわゆる舗装道の外、砂利道、土砂道等があつて、それぞれの性質に応じて車輛荷重、気象作用の影響等による力に抵抗し、近代道路交通の高度の要求に対して直接にこたえる。

砂利道、処理した土砂道等も、一種の舗装とも考えられるもので、路面として占める地歩は今なお重要であり、研究すべき点、改良すべき点は多々あるのであるが、本稿では、舗装道、特にコンクリート舗装について主として述べることにする。

1. 路 盤

路盤は、舗装版、その他の舗装体から力を受け、これを路床に伝える部分で、舗装の種類、構造、路床の支持力等に応じて均等な支持力を有し、正しく平坦に整形されることが必要である。舗装失敗の原因の大半が路盤の欠陥にある実状であるから、舗装工事においては、路盤に関する問題が最も重要なものの一である。

(1) 舗装の種類と路盤 交通荷重が舗装を通して路盤に与える影響は、舗装の種類によつて、それぞれ差違がある。すなわち、

1) アスファルト簡易舗装の場合には、路盤の支持力がそのまま舗装の耐力となる。

2) アスファルト高級舗装の場合には、舗装体が骨材の噛み合せと凝集力によつてある程度の剪断に対する抵抗力をもっているから、路盤に対する交通量の

分布は相当大きな面積を有し、路盤の支持力は簡易舗装の路盤の支持力より小さくてもよいわけである。しかし、この場合でも、舗装体は版としては働けないから路盤の支持力に変化が起きて、各部分が必要な支持力を有しなくなれば破壊が早くなる。

3) コンクリート舗装の場合には、交通荷重は弾性床上の荷重として作用するのでコンクリート版が所要の品質、強度を持つていれば路盤に対する圧力は非常に強度の小さいものとなる。従つて一般的には、アスファルト舗装のように支持力を大きくする必要はなく、コンクリート版の変形が弾性限度内にある限り、相当小さくてもよいわけであるが、支持力の大きいに越したことはなく、現在施工されている実例をみると、この最小限の要求をも充し得ないものがある現状である。コンクリート舗装の路盤については、路盤に凹凸があること等のため版の伸縮が阻止されると、版が破壊することがあるから、このようなことのないよう注意しなければならぬ。

(2) 路盤の支持力係数 路盤は、舗装の種類に応じてこれに対して必要な支持力をもつことが必要であり、支持力を路盤支持力係数(学会誌37巻7号、材料試験並びに施工試験、参照)で表わせば、経済的には次の如くである。

舗装の種類	路盤支持力係数
セメント コンクリート舗装	7 kg/cm ² 以上
硬質アスファルト コンクリート舗装	13 kg/cm ² 以上
軟質アスファルト コンクリート舗装	20 kg/cm ² 以上

(3) 路盤の施工 路盤は、在来路面を利用する場合とそうでない場合とがあるが、いずれの場合にも、凹凸を均らして、正しい厚さと形状に舗装体を施工できるように整形し、均等で所要の支持力をもつよう十分に締固めを行うことが肝要である。締固めには8~10 ton のローラを反覆運転するか、マンホール、縁石等のためローラが入れない場合にはタンバを使用する。

ローラの輾圧効果は、路床土の種類によつて異なりローム質の土の場合には、10 ton ローラを使用して、深さ10 cm 位で影響範囲はせいぜい20 cm 位までであり、10回以上輾圧しても、ほとんど密度の増加は期待できない。従つて、舗装の寿命を長くするには、路盤の土質、排水状態、最大密度に締固めるために必要な土の含水量等を十分調査して、締固めの方法を決めなければならない。

土が容積変化の大きい場合には、浸入する水のため等により、容積が大きくなり、舗装表面に凹凸を生じあるいは舗装破壊の原因となることがある。このよ

うな土に対しては、1)路床土を利用して厚さ15 cm 程度のソイル セメントを施工する方法、2)液体アスファルトを路床土に混入する方法、3)路床土に砂利、碎石等の粒状材料を混入して土の組成を変える方法、4)砂利、碎石、容積変化の小さい土等で輾圧後の厚さが、10~20 cm 以上となるよう被覆する方法等がある。

路床土が良好な場合を除き、舗装基礎として確実な路盤を造るためには、上記の工法により路盤拵を行うことが一般に必要である。

従来、玉石、砂利、碎石等を切り均らされた路床上に敷き均して輾圧し、更にこれに細粒の目潰し材料を加えて輾圧し、路盤を造る方法が最も普通に行われている。この場合、しばしば見受けられることであるが、大形玉石を一層にならば、細粒の材料をほとんど使用しない工法は、締固めが十分にできず失敗の原因となることが多い。10 cm 以下の大小粒が適当に混合した材料を使用するのが有効で、経済的である。

路盤工の設計に当つては、排水に対する考慮を忘れてはならない。これに対しては、一般に行われている如く、盲下水工を設けるのが効果的である。

(4) コンクリート舗装の路盤 コンクリート舗装の路盤に対しては、上記の外、版が自由に伸縮できるように版と路盤との間の摩擦を少なくするための考慮、コンクリートの水が路盤に浸透するのを防ぐための考慮等が特に払われなければならないのであつて、厚さ1~2 cm の砂層を路盤面に施工する方法、敷紙を使う方法、路盤面の乾きすぎたときには撒水する方法、等が行われている。

2. コンクリート舗装

(1) 舗装表面の平坦性 快適な高速度交通を期待するためには、舗装表面が、適当な粗面で汙りやすくなり、しかも、凹凸のない平坦なものでなければならない。コンクリート舗装の表面の汙りは過度の仕上げ、または表面の磨耗に原因し、版表面の凹凸または目地における高低差は仕上げ方法の誤りまたは作業の不十分なことに起因する。

舗装表面の凹凸は、車道の縦方向に対して、長さ3 m につき5 mm 以下、相接する版は同じ高さでなければならないと、土木学会示方書に規定されているのであるが、在来施工されている舗装版には、その表面が満足すべき平坦性をもたないものが多い。

凹凸のない、平坦な舗装を施工するためには、フィニッシャーを使用して、仕上げ作業を行うのがよいが、人力仕上げの場合にも、仕上げに際して縦定規を使用すれば適当な表面の舗装を施工することができる。

(2) 舗装版の厚さ 版の厚さは、過去の経験に基づ

く設計者の判断により決定されるのが常であつたが、交通荷重、路盤の支持力、コンクリートの強度等によつて合理的に設計されることとなるよう努力すべきである(建設省土木研究所 所報第7号 参照)。

版の厚さは、現在では18~20 cm が普通であるが施工に当つては、正しく整形された路盤上に、版の厚さに合致する高さの、堅牢な型枠を据付け、所定の厚さの版を造るよう心がけなければならない。

交通量が特に大きい場合、または、路床の支持力が不確実な場合には、版を鉄筋で補強することがある。この鉄筋は、経済的に使用できる量では、版の曲げ強度、その他の強度を増加し得るとは考えられないのであつて、版に生じた亀裂の拡大を防止し、破壊面の分離を防止し、亀裂を通して荷重を伝達する程度の効果をねらうこととなるから、この種の鉄筋は版の表面から5~6 cm の位置に縦横に配置すべきである。我が国では従来4~6 mm の鉄筋を波形に曲げて縦横に使つたクランプ網が用いられ、米国では鉄筋を格子状に溶接したバー マットが用いられている。

(3) 目地 コンクリート鋪装版は、温度変化並びに含水量の変化に伴う版の伸縮による応力の有害な影響をさけるため、目地で分割する。目地は版の弱点になりがちであるから、その配置、構造等に十分工夫をこらし、特に入念に施工しなければならない。

1) 目地の配置と構造: 横目地の間隔は6~10 m 程度とし、縦目地は、版の巾が4.5 m を超えないように配置される。従来、我が国では横目地にはすべてエラストイトを使い、膨脹目地とする工法が普通に採用されていたが、膨脹目地の間隔を20~30 m とし、中間に溝盲目地を6 m 程度の間隔に挿入するのが得策である。米国では膨脹目地の間隔を90~180 m 程度迄拡大しているようである。

2) 溝盲目地の施工: 溝盲目地は、版の表面に、版の厚さの約1/4の深さで、巾約1 cm の溝を切り、アスファルトをつめる目地であるが、施工方法としては1)底面に突起のある金鏝で切る方法、2)仕上げられたコンクリートに鉄板を打ち込み、後に引き抜く方法、3)目地の位置に板を埋め込んで、コンクリートを打ち後で引き抜く方法、4)目地の位置にエラストイトを固定し、コンクリートを打つ方法等があるが、現在使用している硬練りコンクリートに対しては1), 2), 3)の方法には難点があり、4)が最もよいようである。

3) ダウエル バー、タイ バー: 近年の車輛の大型化並びに高速化は、わが国でも交通量の大きい道路のコンクリート鋪装には、横目地にダウエル バー(スリップバー)を、縦目地にタイバーを使用すること

が緊要な問題となつてきた。荷重伝達装置のない目地に版縁端の移動による高低差の発生が目立つてきているからである。

目地にバーを使用する場合には、バーが正しい位置を確保しないと、かえつて版に亀裂を生ずるおそれがある。施工に当つては、チェアー(chair)を使用したり、鉄筋で横方向に緊結したりして、コンクリートの打込み、締固め中、その位置が確実に保たれるように工夫しなければならない。

(4) 鋪装用コンクリート 一般に面積に対して、厚さが薄く、絶えず苛烈な荷重を受け続ける鋪装版に使用するコンクリートは、強度が大きいばかりでなく、普通の作業で締固め、仕上げ等の作業のできる如きウォーカーピリチーをもち、全面積に亘り均等なものであることが特に必要である。

セメントの使用量が多すぎると、かえつて版に亀裂を生ずる危険がある。従つて従来のわが国の工法は、できるだけ硬練りのコンクリートを十分に締固めるのがよいとされている。しかしながら、余り硬練りのコンクリートを用いると作業に非常な労力が要り、手を抜いたりすると却つて鋪装版に欠陥を生ずる危険がある。水の使用量をできるだけ少なくして、ウォーカーピリチーを増すためにはA.Eコンクリートを使用することも有効である。在来のコンクリート鋪装では、計量の方法が極めて原始的であつて、均等なコンクリートを施工しているとは言い得ず、A.E剤を使用することにかえつて危険を感じる程であつたが、パッチャを使用する等の方法で確実な計量が行われ、適正な配合のコンクリートが施工されるようになることを熱望する。

(5) 締固め並びに仕上げ作業 これ等の作業は、わが国ではほとんど人力作業によつている。人力作業の工程の一例を挙げれば、1)コンクリートを型枠内に敷き掛け、2)平板ヴァイブレータで締固め 3)角材の横断定規で叩き、更に縦断定規で叩いて荒仕上げをし、水光が消えるのを待つて木鏝で本仕上げをする。目地の角は半径5 mm 程度の面取りを金鏝で行うことが必要である。

人力作業でも、ヴァイブレータを使用すれば締固めは十分でき、角材の定規、特に縦断定規を使用すれば路面の平坦性を確保することも可能である。しかし人力作業では工事の能率を上げることが困難であり、作業員に対して苛しい労働を荷することになりやすく、作業員の体力、熟練度の如何が鋪装の出来上りに影響することが明らかである。

わが国でも、近来、鋪装工事の機械化が強く主張されるに至り、フィニシャの試作が行われている。