

土 の 締 固 め

久 野 悟 郎*

1. ま え が き

土の締固めと一口にいっても、フィルダム、河川堤防、道路、鉄道などの盛土およびそれらの路床、路盤と、それぞれの場合に応じて同一に論じ得ない立場を持っている。本号が、路床、路盤の小特集号であるし、筆者が最もなじみ深い道路の場合を中心としてのべさせてもらうことを前もってお断わりしておく。

道路において土の締固めが最も大規模に、しかも組織的に採用されたのは名神高速道路の建設に際してであろう。もちろん、それ以前にも、終戦後の道路改良にあたり重交通に対処する盛土、路床、路盤の築造のために、締固めの重要性が着目されるようになり、各地で試験盛土工事が活発に行なわれていたから、そのほう（萌）芽はすでにあったことはたしかである。

日本道路公団が名神高速道路のために作成した仕様書（名神高速道路土木工事共通仕様書、昭35.5.20）に示された土の締固め規定が、当時の日本の道路工事の仕様書のほとんどが締固めの工法を規定する方式であったのに対して、高速道路として期待している盛土の質を規定する方式をとった点に注目したい。

直轄工事になれてきたそれ以前の仕様書は請負契約のためというよりはむしろ指導書としての性格が強く、その立場に立って施工業者に対応するには工法規定方式は最も自然の姿であったのであろう。しかし新しい建設機械がつぎつぎに開発されつつあり、日本の建設請負業者の技術力も長足の進歩をとげつつあったその当時において、双務的立場に立った請負工事を標ぼう（榜）した公団の仕様書の締固め規定が、品質規定方式をえらんだことは筋のとあった話であった。

たしかに、この規定法は両者に新鮮な感覚をもってむかえられ、従来の土工においては感じられないような熱っぽい“土の締固め”に対する認識を与え得たようであり、その影響は長く尾を引き、道路土工指針の改訂（昭和42年）にあたり、締固めに関連してその思潮が全面的にくみとられている。

品質規定方式がとられれば、施工側はその成果の検査のために盛土の密度、含水比の測定を主体とする品質管理試験を実施しなければならないし、一方施工者側も、自己の施工結果を管理するためにも同様な測定を行ないつつ品質

の確認をしなければならないのが当然であろう。

この過程において両者の締固めに関する土質工学的理解が深まることになり、ことに前者については自己の設定した規定値そのものに対する反省がつねに加えられてきたはずである。

それ以来10年をこえる月日を経て、土の締固めに対して、公団は多くの経験をし、そして多くの問題点を提起した。財団法人高速道路調査会は、公団からの委託研究として、名神以後に蓄積された技術経験により、今までの締固めを批判し、それにもとづいて今後の道路土工における土の締固めの方向と、技術者のその受けとめかたについて昭和46年度に研究活動を行なった。それには道路以外の鉄道、ダム、空港関係の締固めに造けいの深い方も加わっていただいたので短期間ではあったが、かなり集約した意見をまとめることができた。詳細についてはその報告書¹⁾を参照してもらいたい、筆者がこれからのべることは、勢い、その報告書の抜粋にならざるを得ないと思い、関係された委員の方々に了承を得ておきたい。

その会合においては次のような設問に対して検討が行なわれた。まず設計に関連して；

- i) 締固めによって何が期待できるか
- ii) 土質によってどの程度締固めるべきか
- iii) 盛土の構成部分によってどの程度締固めるべきか
ついで施工に関連して；
- i) 締固め機械の機種によってどのような締固めが期待できるか
- ii) 土質に応じてどのような締固め機械が選ばれるべきか
- iii) 盛土の構成部分に応じてどのような締固め機械を利用すべきか
- iv) 土の締固めに際しての含水比調節のありかた

以上の設問において共通の見解を得た後、技術的以外の諸環境も考慮しつつ締固め施工の管理の方法を検討した。上記の7項目の設問をみて、このような基本的問題がまだわかっていないのかと疑われる読者も多いことと思う。実はだれもが自分は理解しているものと信じていることかも知れないこれらの7問が、改めて問われなければならない現状を理解してもらいたいのである。

名神以後の10余年の実績の中には、これらの問題の答

1) 高速道路調査会 土工分科会締固め研究班
“土の締固めに関する調査研究報告書” 昭和47年2月

* 工博 中央大学理工学部教授

総 説

を忘れたか、あるいは問題自体を見失ってしまったか
としか思われぬような事例を不幸にしていくつに残して
しまった。またさらに、名神のときに、やむを得ず以後の
研究によって定めようと暫定的にきめたものが、現在まで
まったくそのままか、あるいはごくわずかな修正を加えら
れただけで踏襲されてきてしまったものがかなり残ってい
るのである。

現在、道路にかぎらず、盛土の設計について新しい要求
が加わりつつあると思われる。それがより細部にわたる圧
縮性の予測であれ、地震時の安定性の解析であれ、それら
の理論的解明に先行して盛土の実体である締固めた土の性
状を明らかにすること、および要求される品質の盛土を均
等に造成する手法の追求がより一層必要なのではないだろ
うか。

2. 締固めによって期待される効果と、要求す べき締固めの程度

土を締固めると、その密度が増加し間ゲキが減少する。
間ゲキが少なくなったことで直ちに連想されることは加え
られた外力、あるいはなんらかの原因による土からの脱水
による圧縮量の減少であり、浸透水の流路が狭くなったこ
とに起因する透水性の低下である。さらに感覚的に土を締
固めることによって得られる最大の効果は、土の強度が増
大することである。それは粗粒土については土粒子相互の
かみ合わせが強くなり、せん断時にはせん断抵抗角 φ が
増大した効果となってあらわれるし、細粒な粘性土につい
ては、締固めの効果は先行圧縮応力を加えた形で土中に残
留し、粘着力 c が増した効能を残す。そしていずれの場合
も変形抵抗は増大することも了承しう。すなわち土は強
じんさを付与されたといえよう。

さらに加えて、丹念な締固めは土中の粒子配列の均等化
に貢献するから、上記の土性の改良効果も土中に均等に及
ぶことになり、その実を高めることができるわけである。
これらの締固めによって得られた土性の改良効果は、い
ずれも土質の安定化に資するものであるということができ
よう。しかし、施工的感觉も加えて土の締固めの効果をみ
ると、以上の土質工学的な利点と併列に、次のような施工
面上の貢献も理解しておくことが必要である。

掘削土は質、状態とも不均質であることは当然である。
これを締固めないという前提に立てば、往時の土工のよう
に高まきが行なわれることになる。この操作によって盛
土の各部に不均質さが残り、局所的な変形、破壊が持続す
る原因になりがちである。一方、入念な締固めを行なおう
とすれば、盛土では薄層まき出しによる転圧を実行するこ
ととなり、各層の均質化が向上し、適正な含水比調節とあ
いまって盛土構成部分に応じた品質の確保がかなえられ、
載荷、水分の侵入および地震などに対して安定した土質状
態をうることができることになる。また、薄層転圧を実施

する場合には、整然とした現場をつくりやすく、良好な施
工管理を行なう場を提供することが容易になるといわれて
いる。道路においては路床、路盤だけしっかりと施工して
おけば盛土はどうでもよいのではないかという意見を聞く
ことがある。しかし、路床、路盤工を確実に施工しようと思
えば、その足がかりとなる盛土の路体の上部がしっかりと
していなければならないし、路床、路盤のタワミを支配す
るのは、それぞれの下層の変形抵抗であるし、盛土路体の
不均等な沈下が路面に有害な不陸を生ずることからしても、
均等な薄層転圧を実行することの利点が理解されよう。

以上のように締固めの効果は、微視的な土質の改良と巨
視的にみた盛土施工の均質化にあるという両面性を認識す
べきであり、ややもすると忘れがちな後者にかかなりの重み
をおいて評価すべきではなかろうか。

締固めによる土質の改良効果は観念的には前段にのべた
ように理解できる。しかしその効果の定量的予測が可能で
なければ、構造設計上要求される強度特性あるいは透水性
を実現しうるかどうか、あるいはどの程度の締固めによっ
てそれが取得されるかを技術的に判断することはできない
はずである。土の締固めに関する研究において、この基本
的問題に関する追求が遅れており、しかも安易に締固め度
規定に頼ってきたために、いたずらに混乱を大きくしてき
てしまったことは残念なことである。

いま、ある締固め手段によって種々の締固めエネルギー
および含水比で土を締固めたとすると、その結果は乾燥密
度 γ_d 含水比 w 図上のそれぞれ一点に対応した締固め状
態となる²⁾。したがって $\gamma_d \sim w$ 図は土粒子部分と水分を
JIS A 1203 の 110°C 炉乾燥で区分した場合の土粒子、水、
空気間ゲキの三要素の配合割合を示す状態図と理解するこ
とができ、したがってその一点に対してその土の特性を対
応させることが可能である。最終的に $\gamma_d \sim w$ 図上にたと
えば強度特性や圧縮性などの等値線を描き得たとすれば、
その土質についてはとりあえず、設計上の要求を土の状態
図上の限った範囲内に表現することが可能になったことにな
る。

実際は現場の締固め機械の効果と室内試験の効果と関連
をつけることはむづかしいし、両者の粒子の破碎効果ある
いはこね返し効果はかなり違うらしいので、仮に密度、含
水比が同じであっても、両者によって得られた締固め土の
性質が同じになるという保証は厳密にはないことになるが、
せめて、設計上要求すべき土性から $\gamma_d \sim w$ 図上の望まし
い土の状態を指定する思想を、よりはっきりと出しておい
た方が始祖 Proctor の本旨にもかなったのではあるまい
か。しかし、実は衆知のように基準締固め試験による最大
乾燥密度 $\gamma_{d \max}$ および最適含水比 w_{opt} を指標とする締
固め度規定が重視されすぎてしまった。

2) 関東ロームなどの特殊土においては、試料の乾燥処理によっても締固めた
土の $\gamma_d \sim w$ 関係が変化するが、この際はそれを無視することにする。

基準締固め試験としては JIS A 1210 のいずれかの突固め方法が選ばれることが多いが、一般には締固め度規定としては乾燥密度が基準試験の $\gamma_d \max$ に対し規定された比率 C_r 以上（たとえば $C_r=90\%$ というように）あることをのみ表わし、含水比の範囲の方は施工含水比の規定として副次的に扱っている傾向がある。

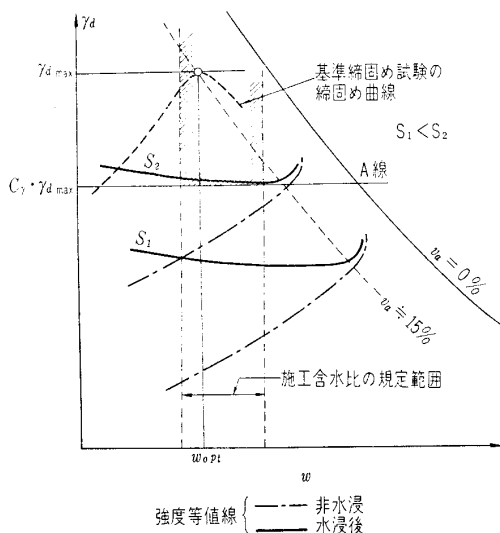
土の性質が乾燥密度あるいは間ゲキ比によって主に左右され、含水比変化にあまり鋭敏でない、細粒分の少ない砂質土であれば、このような締固め度の考えかたはある程度可とされようが、締固め時および締固め後の含水比変化によってその土性が大幅に変化する粘性土については、むしろ含水比変化の方がより支配的に土性に影響するので、乾燥密度のみでなく含水比の規定を加えて土の状態を $\gamma_d \sim w$ 図上の所要の範囲にかぎるべく努めるべきであつたろう。

これらの関係を概念図で示したものが図—1, 2 である。

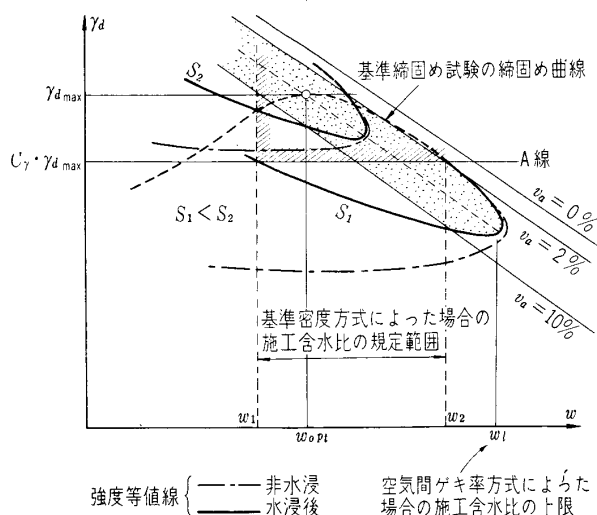
図—1 は良質の砂質土について、図—2 は粘性土について描いたつもりである。強度特性値としては、たとえば CBR のようなものをえらんだものと想定し、設計上水浸後の値を着目する場合をとった（盛土の設計には特別の場合を除き竣工後、水の侵入をうけた最悪の状態の強さに注目すべきである）。

砂質土ほど水浸強さの等値線が w 軸に平行で強さが w の値に無関係になる傾向があり、したがって乾燥密度を基準とした規定値（A線）のもつ意味が大きい（規定密度と必要な水浸強さとの関連が求められた上で）。この場合、最適含水比付近で施工すべきであるという意義は施工の容易さ、および得られた土の状態が相対的に均等になりやすいという利点に見いだすべきであろう。

粘性土においては水浸強さの等値線は図—2 のように γ_d, w 軸の双方に傾いている。したがって設計で求められる強さは γ_d, w の両方によって定められなければならない。よって基準試験の $\gamma_d \max$ を用いて締固め度を定めた



図—1 粗粒土の場合の概念図



図—2 細粒土の場合の概念図

A線とともに、もし設計上必要な強度が S_1 線で表わされるものとすれば、あわせて施工含水比を w_1 から w_2 の範囲に規定することが重要な価値をもつことになる。

粘性土においては水の侵入によって飽和度が低い（空気間ゲキの多い）場合にいちじるしい強度低下をおこし危険であることが知られている。図—2 から明らかなように水浸前後の強度変化の少ない範囲を求めるとゼロ空気間ゲキ曲線に平行した帯状の領域に見ることができ、これを“安定した強さ”をもつ領域であるとして飽和度（85%～98%）、空気間ゲキ率（10%～2%）による締固め度規定方法が導入される基礎となったことは衆知の事実である。その方式によつたとすれば、望ましい土の状態は S_1 線と帯状領域に囲まれた部分であり、基準密度方式よりも高含水状態のものも合理的に包含でき、日本のように多湿な土の多い場合に有利さを発揮している（実際には S_1 線を含含水比の上限 w_l でおきかえ、施工含水比で管理するが多い）。

土を締めて密度の値を大きくすることだけが価値あることと信ずるのは砂質土においては容認されても、粘性土においてはまったく反省をすべき考えかたであり、特に高含水比粘性土においては、いたずらに締固めを強行することはこね返しによる土の軟弱化を助長し、それがためにかえって締固めに対する不信感を高める結果になりがちであった。

結論として、われわれがある特定の土について締固めによって期待しうるものは適切に密実にして空気間ゲキを減じ、締固め後に水浸しても強度を大幅に減じないような安定した強さをもつ状態に移行させることで、その強さあるいは圧縮性の値自体は、常識的な締固めにおいてはそれぞれの土において限度があり、よりよい値を得ようとすれば、土そのものを良質土におきかえなければならないことを銘記すべきである。

また要求すべき締固めの程度については、従来の基準試

総 説

験の $\gamma_{d \max}$ に対する比 C_r で乾燥密度を規定する方式においては、それが何を求めているか明確でないので、むしろ締固め度としては“安定した強さ”をもつ領域に入れることを保証する意味で、空気間ゲキ率の範囲を土質別に表一1のように定める案が提唱された。

表一1 空気間ゲキ率の目標値

締 固 め の 程 度	粗 粒 土	中 粒 土	細 粒 土
高度の締固めが要求される場合	15%付近	15～5%	10～2%
高度の締固めを必要としない場合	20%付近	20～5%	12～2%

この締固め度規定は強さあるいは圧縮量の絶対値を限る性格を全くもっていない。したがって設計に応じてそれを限るために含水比の上限、あるいは乾燥密度の下限を別に定めることが必要となる。締固めによって得られた土の状態と、その強度特性、圧縮性などの土性に関する研究は現在も続けられており、圧縮性については伊勢田らの研究が注目された。研究の成果はやがて上記の判断を明確にすると思われるが、これらは広範な土質にわたり、結論の実用化をあまり急がずに進めるべきで、限られた土質についての結果を早急にあらゆる場合に適用することはかえって危険であると思われる。

また、締固めの研究において、粗粒土についてロックフィルダム関係やあるいはマサチューセッツ研究委員会の活動に見られる粒子の破碎の問題は、締固めのメカニズムおよび締固まった土の性質を判断する上に今後重要な課題となるであろう。この破碎の問題は単に粗粒土にかぎらず高含水比粘性土の締固めによるこね返しの効果を批判する上にも重要な鍵をあたえるもののように思っている。

3. 締固めの機械の選択

歴史的にみてフィルダムのローラ転圧が一般化したのは1930年代（日本においては第二次大戦後）で、それ以前は獣力による締固めや水締め工法がとられていたようである。しかし、ローラ自体が世に出たのは1860年代のヨーロッパにさかのぼることになり、1860年の末にはアメリカにおいてもロードローラが使用されはじめている。シープスフトローラもその原型は1906年にカリフォルニアで造られている。これらローラの開発とフィルダムにおけるローラの活用の間に時間的ずれがあり、その間にローラが活躍していた場を求めると道路の舗装（路床、路盤を含めて）に見いださざるをえない。当時の記録によれば道路にあっては盛土部分は一層の水締め工法が用いられる程度で、盛土は自然に落着くものであるから、ローラなどで締固めるのは金をすてるようなものだという観念が一般であったとのことである。

高度の耐荷力と高い変形抵抗を求められる舗装部においては高い締固め程度を要求することはたしかに必要なことであったし、日本においても全く同様に考えるべきことで

ある。しかし、盛土の締固めについては日本においては、地形および国情の違う外国とは同一に考えてはならない特殊性を認めるべきである。日本の地形は複雑で路線に切盛の変化がいちじるしく、しかもそれが高くなりやすい。平地部は高度に開発されていて横断する交通路、水路の数が非常に多い。従って橋、カルバートなどの剛性に富んだ横断構造物が盛土部分に多数存在する。これらはすべて盛土部の圧縮沈下が路面に直接障害をあたえる原因になっており、外国のようにこれらの存在が少なければ盛土の圧縮に伴う沈下も直接に路面の平坦性を害することにはならないはずである。

日本の道路の盛土は竣工時に高級舗装を完備して供用するためには、盛土部の圧縮性をできるだけ少なくするために締固めが求められることになる。

フィルダムの転圧のために、土工用の締固め機としては大型なものが活用されるようになった。しかし、日本の道路の盛土のために、大型の効率の高い締固め機械（たとえば大型の一軸被けん引式タイヤローラなど）は、その大型であるがために、現場の狭あい（隘）さに追従できず使用される機会がまれになってしまっている。そして走行能率がよく、比較的せまい現場にも使用できる自走式タイヤローラが、どこの土工現場においてもみかけられるようになった。本来舗装用に開発され、10 cm 程度のまき厚を平たんに、しかも均等に締固めるようにつくられた、この種のローラを、まき厚だけは土工なみの 30～50 cm にして、完全に締固められるはずがない。

また、われわれは関東ローマ地帯などで“ブル転圧”という言葉を使いなれてきた。そして簡便なために、どのような土質についてもブル転圧は有効であるという意識が広まりすぎているようである。元来、ブル転圧はトラフィカビリティーの関係で他の機械が使用できないため止むをえず使用されていたものであって、転圧機としてブルドーザを重視するのは効果的な使用法とは言えないと思う。

結論的に、最近の道路においては舗装部はよしとしても、盛土部の締固めについて転圧機種を選定する意欲に欠けているきらいがある。盛土はあまり締固めなくてもという根強い意識は、日本の特殊性から許されない場合の多いことを施主側も施工者もより強く認識すべきである。鉄道盛土においてコンクリートスラブ軌道が使用される場合、それに許容される盛土の沈下は道路舗装よりはるかに小さいものと聞いている。そのような盛土の造成にあたって土質材料の選定もさることながら、それを十分に締固める機械については、従来の道路の盛土のような安易な考えかたは許されないことになる。

世界的に大型の振動締固め機の利用が活発であるが、万事に新工法に対する触角の発達した日本が、この導入に対してはきわめて冷淡であるのはどうしたわけであろうか。

表一2に前述の研究委員会で検討された締固め機械の選

表-2 土質条件と盛土の構成部分に応じた締固め機械

盛土の構成部分	土質区分	締固め機械		ロータリー	タイヤローラー	振動ローラー	自走式ソイルコンパクター	被けん引式タンピングローラー	ブルドーザー		振動コンパクター	ランマー・タンパー	備考
		自走式	被けん引式			自走式	被けん引式		普通型	湿地型			
盛土	岩塊などで、掘削転圧によっても容易に細粒化しない岩					◎	◎				●	大	硬 岩
	風化した岩、土丹などで部分的に細粒化してよく締固まる岩など	○	大	○	○	◎	◎	○			●	大	軟 岩
	単粒度の砂、細粒分の欠けた切込み砂利、砂丘の砂など			○	○	◎					●	●	砂 レキ混じり砂
	細粒分を適度に含んだ粒度のよい締固め容易な土、マサ、山砂利など		大	◎	◎	○	○	○			●	●	砂質土 レキ混じり砂質土
	細粒分は多いが鋭敏性の低い土、低含水比の開東ローム、くさきやすい土丹など		大	○	○			◎	◎			●	粘性土 レキ混じり粘性土
	含水比調節が困難でトラフィカビリティが容易に得られない土、シルト質の土など								●				水分を過剰に含んだ砂質土
	開東ロームなど、高含水比で鋭敏性の高い土								●	●			鋭敏な粘性土
路床・路盤	粒度分布のよいもの	○	◎			◎	○	路床			●	●	粒調材料
	単粒度の砂および粒度の悪いレキ混じり砂、切込み砂利など	○	○			◎	○	路床			●	●	砂 レキ混じり砂
裏 込 め			○			◎					●	●	(ドロップハンマー)を使うこともある
ノリ面	砂 質 土			○	◎	小	◎				◎	●	
	粘 性 土			○	小	○	○		○	○	○	●	(*メッシュローラー)
	鋭 敏 な 粘 土 , 粘 性 土									●		●	

◎：有効なもの

○：使用できるもの

●：トラフィカビリティの関係で他の機械が使用できないので止むを得ず使用するもの

○：施工現場の規模の関係で、他の機械が使用できない場所でのみ使用するもの

(大：大型のもの)
(小：小型のもの)

定の基準を引用させてもらう。各委員の技術的判断の根底にはこのような合理的な選択基準があるのに、それと現状とに、相当のへだたりのあることが明らかになるであろう。

(表-2 中の自走式ソイルコンパクターとは、タイヤドーザのゴムタイヤの代わりにタンピングローラを装着したものと考えてよく、ブルドーザと同じような土工板も持っていて敷きならし作業にも兼用できる。ローラは用途に応じた他の形状のものと交換でき、バラストで重量を加減することができる。)

4. 締固め施工の管理についての見解

締固め施工管理の目的は次のように分けられる。

- 1) 締固め作業の適性の保証
 - i) 施工手順、方法の妥当性の確認
 - ii) 締固め土の恒久性の確保の保証
- 2) 締固め結果の設計との対比(盛土の品質の妥当性の確認)

一般によくいわれる“締固め度”管理は1)のii)の

“締固めた土の恒久性の確保”を検証することを第一義とするものであることは2)の議論から明らかな通りである。

最初にも触れたように、現在のわが国の道路の締固めについては、多くが名神以後の品質規定方式を踏襲してきた。品質規定方式によった請負工事において、仕様書に規定されるのは、定量的には1)のii)の締固め度(および施工含水比)ならびに2)にあたる材料の質に関する規定である。したがって施工者側は工事の進む間、その規定が満足されているかを管理するための試験を行なっていくことになるし、施主側もそれを検査するために自主的に試験を行なうことになってくる。そしてそういった試験を行ないつつ、現場に立った技術者によってより広い眼で1)のi)にあたる現場の管理が行なわれてきたと思われるし、2)のために別途行なわれた土取場の土の材料試験の結果を盛土個所において再確認できていたわけである。

最近、道路建設の延長が急激に伸びている割に、技術者の数が増えないため、土工の現場に実際にできることのできる技術者の数が激減し、盛土の締固め度の検査は、施工者

総 説

側の管理試験報告について施主側が紙上で行なうことが多くなっているようである。このような形式の検査の対象となった管理試験報告には、強いて規定をはずれたデータを書く気がおこらないのは人情であり、施主側が自主的に現場の土について行なう検査が少なくなればなるほど、試験結果の客観性は稀薄になり、同時に試験のやり方および検討の仕方が形式的になり、ついには施主側も施工者側も、技術者は工事上の事務に追われて本当の現場の土の状況はほとんど知っていないという極端な場合さえ生ずることになる。

これからの道路建設において、多かれ少なかれ、このような傾向が進んでいくことは避けられないことであるとすれば、品質規定方式の持つ本来の意義は立派であっても、その実が有名無実になりかねない。

現在、締固めに関連して施工管理試験の省力化が叫ばれている。品質規定方式をとるかぎり、密度、含水比の測定という手間のかかる管理事項は存続せざるを得ない。その省力化のために RI などを利用した間接測定と、測定のひん度に対する再検討があげられよう。しかし前者についてはその有用性がまだ広く認められているとはいえないし、後者については、日本の土質の変化がいちじるしいこと、地形の複雑さ、構造物の多いことによる盛土区間の細分化によってひん度を大幅に低下させることはのぞめそうもない。特定の土質について含水比別に締固め度と貫入試験などとの関係を求めておき、現場では簡便な貫入試験によって締固め度を判定しようとする方法がとられることがあるが、これをもって早計に貫入抵抗値を規定すべきであるという省力化にはつながらない。これは貫入抵抗値そのものによって締固めの程度を管理しているのではなく、あくまで密度測定の代用としていることに留意すれば、現行の規定のままで運用上の簡便化をはかったと解釈しておいた方が混乱は少ないし、技術者の好判断の上での実質的省力化につながると思われる。

ブルーフローリングがよくとりあげられるが、盛土の品質の妥当性の判定のためには、 K 値測定、CBR の簡易測定に比べて、より直接的な簡便法としての価値は高いが、恒久性を示す締固め度判定の試験としての価値は、他の強度試験と同様に低いものと考えべきである。

以上のような立場を確認の上、再三ふれてきた研究委員会において、今後の道路の締固め施工の規定のありかたについて議論し、諸方式（品質規定方式、工法規定方式、工法推奨・品質規定方式など）の優劣を論じた結果、ほぼ次のような方式が最も好ましいのではないかという結論に達した。

i) 路床、路盤（道路盛土の上部）

その品質が路面に及ぼす影響が多いので強度、変形特性およびそれに関連する土性を規定するとともに、施工は薄層転圧とし、層厚を指定する。締固め度に関しては、この

部分は重要であるので従来通りの品質規定方式をとり、ブルーフローリングを活用することにより、実際的な省力化をはかるべきであるという意見が強かった（従来の締固めに関する品質規定の考えかたを重点的にこの部分に集中すべきであるという態度である）。

ii) 盛土の路体（道路盛土の下部およびノリ面）

この部分に関しては従来の考えかたに対してなんらかの改革が必要であることは一致した意見であった。最も魅力的であるとされた方式は、まず、土質別に転圧機種、まき厚を推奨する（機種についてはたとえば表—2 のようなものを推奨しておく）。そして実際に採用する施工法は、必要に応じて行なう試験施工によって両者納得の上決定する。試験施工時の品質管理については従来通りの品質規定方式に準拠する。このようにして工法が決まった後は、そのまき厚、機種、転圧回数が守られているかを管理する工法規定方式によることにするという案である。

この方式によると仕様書中の推奨された機種、まき厚および試験施工のために定められた品質規定によって施工業者は、施主側の工事に対する意図を十分くみとめることは可能であるし、試験施工によって工法が決定した後は、施主側の管理は、試験を伴わないものになるから省力化は進むし、品質に対して施工者側が管理した試験結果も、それが検査の定量的な対象にならないがために、信頼性の高いものとなって記録されることになり得よう。

iii) 構造物裏込め部

この部分は盛土構造の弱点となりうるところだけに厳密な施工がのぞまれる個所である。材料の規定に加えて工法を規定する方式をとるのが実際的ではないかという意見があった。

5. あとがき

以上で現時点における土の締固めに関する問題点を施工関係を主体としてまとめてみたつもりである。

道路、鉄道の盛土についてかえりみると、その締固めに関する要請は時代とともにずいぶんと変化してきている。保線を重視したこれまでの鉄道盛土は、道路盛土よりはるかに低い締固め度しか求めていなかった。一方、日本で最初的高速道路にとり組んだ頃の道路盛土については、盛土の最底部から意気込んで締固めすぎたという反省もわいてきた。そしてスラブ軌道を盛土に使用することになった鉄道の盛土とこれからの道路の盛土とは、あっさりと形勢が逆転してしまうことになるのは必定である。

このような変転は技術の常であると流れに身をまかせてよいのであろうか。どうも土工技術者は“締固めた土の実態”を凝視する暇もなく、全く別の要請によって、ふり回わされすぎていると不安がするのはとりこし苦勞であろうか。

（原稿受理 1972.3.31）