

巻頭言

土工事での締固めを見直す

古 関 潤 一



盛土工事における締固め作業は、古墳時代の墳墓建設などから始まり、現代にいたるまで脈々と行われてきた。その過程では、人力のみによる施工から機械施工の導入、大型締固め機械の採用へと締固め技術が進化するとともに、締固め条件の設定・管理も経験的なものから学術的な知見に基づく方法へと発展してきている。

1933年にProcterが最適含水比の概念を提示して以来、盛土材の締固め特性を「締固め曲線」（一定のエネルギーで締固めた際の含水比と乾燥密度の関係）として整理することが一般的に行われるようになった。また、盛土材の強度・変形特性や透水性は、現在の乾燥密度と含水比に依存するだけではなく、過去の締固め時の含水比の影響も受けることが明らかになってきた。そのため、締固め条件を設定・管理するうえで、同一の盛土材を使用することを前提としつつ、締固め時の含水比と「締固め度」（＝乾燥密度／最大乾燥密度）の目標値や許容範囲を規定する手法がこれまで多用されてきた。

締固め曲線は、同じ材料であっても締固めエネルギーの違いに応じてその位置や形状が変化することが知られている。これは、あるエネルギーに対して「最適」な力学特性を示す締固め時の含水比と乾燥密度の組み合わせが、異なる大きさの締固めエネルギーでは「最適」とはならないことを意味する。この点に加えて、現場で締固め施工を行う際に使われるエネルギーの直接かつ定量的な評価が一般には困難であることも考慮すると、前述した締固め条件の設定・管理手法は必ずしも合理的とは言えないことが理解される。

このような問題点に対し、含水比ではなく飽和度を指標とする締固め管理手法が新たに提案され、フィルダム等の実工事で採用されるようになってきている。これは、一定のエネルギーで締固めた際の飽和度と「最適飽和度」（＝最大乾燥密度が得られる飽和度）の差分を指標として締固め度との関係を整理すると、盛土材の粒度や締固めエネルギーの違いに対してほぼ独立な特性が得られるという近年の知見に基づいて開発された

ものである。この新手法の導入により、現場での施工状況とは必ずしも一致しない大きさの締固めエネルギーを用いた室内土質試験結果を用いて、現場における締固め条件を合理的に設定・管理することが可能となった。

近年では、各種の計測技術の高精度化や省力化も進んでいる。盛土材の管理を厳密に行うフィルダム等の施工現場においては、締固め機械の施工中の位置情報に加えてローラ加速度を連続的に自動計測して分析した結果を用いることにより、締固め状況を面的かつ定量的に把握することも行われている。今後は、盛土材の粒度のばらつきが避けられない場合においても適用できるような施工中の計測・管理手法の開発と実用化が求められている。また、異常な計測値が検出された場合の判定精度を向上させる観点からは、計測・評価項目を増やしてクロスチェックを行えるようにする対応も望まれる。

これらの管理手法の開発と適用にあたっては、締固めた盛土材が一様ではないことにも留意する必要がある。現場で締固め施工する場合でも、あるいは土質試験用の締固め供試体を室内で作製する場合でも、ある層を締固めた際の各部の状態が表層からの距離に応じて変化することは容易に想像できる。しかし、このような非一様性が盛土材の強度・変形特性や透水性、および施工中の各種の計測値に及ぼす影響は十分には解明されていない。この影響に着目し、小型機械で締固めた試験盛土から採取した乱さない試料と室内作製供試体の両者に対して三軸圧縮試験を実施した最近の研究では、前者の表層部の強度・変形特性が他と大きく異なることが報告されている。締固め施工時に表層部が局所的にせん断破壊することがこの原因として考えられているが、詳細は不明であるため今後の検討を要する。

土工事では締固めが古くから行われてきたものの、以上のような今後の検討課題が残されている。

—こせき じゅんいち

ライト工業(株) R&Dセンター テクニカルオフィサー、
(公社)地盤工学会 会長—