

正規圧密粘土の降伏曲線の図式決定法

鹿児島大学工学部 学 山中浩平 正 三隅浩二
同 上 学 福本忠浩 学 叶 晋二

1. はじめに 圧密試験(たとえば標準圧密試験)より得られる $e \sim \ln p'$ 空間における正規圧密曲線、膨潤曲線の傾き λ , κ と、セン断試験(たとえば三軸圧縮試験)より得られる $e \sim \ln p'$ 関係、 $q \sim p'$ 関係のデータより、降伏曲線の形を決定する方法が考えられる。ただし、この方法で得られる降伏曲線の形は、圧密試験による誤差とセン断試験による誤差の両者を同時に含んでいるものと考えられる。本報告では、セン断試験データには試験誤差はなく、圧密試験において圧縮指数 λ および膨潤指数 κ の測定に誤差が生じたとして降伏曲線の逆算を試み、その結果が正解値からどれだけゆがめられるのかを種々のケースで考察している。

2. 圧密試験による λ , κ を用いた降伏曲線の決定 図1の●のプロットは初期状態(p_0' , e_0)から $\sigma_3 = \text{const.}$ 条件で排水セン断したときに得られるモディファイドカムクレイモデルの試験経路である。圧密試験より得られる膨潤曲線および正規圧密曲線は、同図中の傾きCおよびC₀の実線で示される(注意: 横軸が自然対数 $\ln p'$ であればこれらのラインの傾きは λ , κ となる)。直線①-①は $e = \text{const.}$ ラインであるが、これがセン断試験経路中の任意の p' を横切るとき λ ラインとの交点で等価圧密圧力 p_v' が決定される。図2はその結果を使って、全セン断過程における $p' / p_0' \sim q / p_0'$ 関係をプロットしたもので、これはRoscoe曲面の非排水セン断面での切口の形を表す¹⁾。実線はモディファイドカムクレイモデルの正解値であるが、○のプロットは λ の測定値に誤差がある場合で正規圧密曲線の傾き λ を 0.8λ , 1.2λ であるとしたときの結果である。また、図1の直線②-②は膨潤曲線に平行な傾き κ のラインであるが、これがセン断試験経路中の任意の p' を通過するとき、 λ ラインとの交点で硬化パラメータ p_v' が決定される。 λ ラインは硬化則であり、 κ ラインは降伏曲線そのものである。図3~図6は、この直線②-②で求められた p_v' を使ってセン断挙動 $p' / p_v' \sim q / p_v'$ 曲線を求めたものであり、これらは、降伏曲線の形を示している。図2と同様に実線は正解値を表す。図中でたとえば、 $(1.2\lambda, 0.8\kappa)$ の意味は λ を2割過大評価し、 κ を2割過小評価している場合を示す。図3の○のプロットは、 λ のみに誤差が生じた場合、図4の○のプロットは、 κ のみに誤差が生じた場合のものである。両者より λ , κ に同じ割合で誤差が生じた場合、 λ の誤差の方が κ の誤差よりも降伏曲線の逆算値により大きなゆがみを生じさせることがわかる。図5, 図6は λ , κ の両者にそれぞれ誤差が生じた場合であるが、 $(1.2\lambda, 0.8\kappa)$, $(0.8\lambda, 1.2\kappa)$ のときに逆算値は正解値と大きく食い違ふことがわかる。また、図3~図6を通してわかることは、正解値の降伏曲線が限界状態線上でその法線方向を真上に向けるのに対し、 λ , κ の値に誤差が生じている場合にはそのことを満たさなくなることである。すなわち、限界状態での関連流れ則に矛盾を来す。このような矛盾は降伏曲線を圧密試験とセン断試験という試験装置も供試体形状も全く異なる試験結果からアンバランスに逆算した結果であり、あまり精度のよくない実験では頻繁に起きるものと考えられる。ところで、図1に示した降伏曲線の決定法は λ , κ およびセン断試験より得られる $e \sim \ln p'$ および $q \sim p'$ 関係のデータより、式(1)を用いてダイレクトに決定することもできる。式(2)は、 $p' / p_0' \sim q / p_0'$ 曲線を $p' / p_v' \sim q / p_v'$ 曲線に変換するための変換則である。

$$p' / p_v' = \exp \{ \lambda / (\lambda - \kappa) * \ln(p' / p_0') - (e_0 - e) / (\lambda - \kappa) \} \dots (1)$$

$$p' / p_v' = (p' / p_0')^{1 / (1 - \kappa / \lambda)} \dots (2)$$

3. おわりに 以上の考察より、提案手法は必ず答えが得られてしかも簡便な方法なのだが、上記のように誤差の入りやすい方法なので圧密試験結果にもセン断試験結果にもバランスのとれた精度の向上が望まれる。ところで、上記の方法と文献2)の方法との違いは、文献2)では、セン断試験データのみより λ , κ も降伏曲線も同時に得ている点である。このように弾塑性パラメータと降伏曲線の決定は両者が同時に機能している自然な状態よりなされるのが理想的であると考ええる。

参考文献 1) J.H. Atkinson, P.L. Bransby: The Mechanics of Soils, McGRAW-HILL, 1978

2) 叶, 三隅, 福本, 佐藤: 正規圧密粘土の降伏曲線の逆解析, 平成元年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 1990

