



地盤工学会論文賞を受賞して

浅 岡 顕 (あさおか あきら)

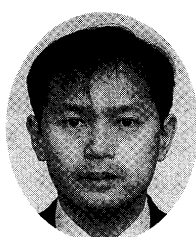
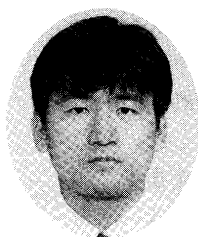
名古屋大学教授 大学院工学研究科土木工学専攻

中 野 正 樹 (なかの まさき)

名古屋大学助教授 大学院工学研究科土木工学専攻

野 田 利 弘 (のだ としひろ)

名古屋大学助教授 大学院工学研究科
地圏環境工学専攻



このたびは、SOILS AND FOUNDATIONS, Vol. 40, No. 2に掲載の論文「Superloading yield surface concept for highly structured soil behavior (構造が発達した土の弾塑性挙動を記述するための上負荷面概念の提案)」に対して、平成12年度地盤工学会論文賞をいただき、心からうれしく思っております。推薦していただいたのは北海道大学澁谷啓先生です。このような賞に自薦などはかきません。先生には深く感謝いたします。

最初に研究の概要を述べ、最後に著者らの感想を記して報告に代えさせていただきます。

カムクレイモデルは、十分に練り返した飽和正規圧密粘土の負荷時の挙動を対象にして、 $p' \sim q$ 応力空間での限界状態線 $q = Mp'$ を境に、その上側で塑性膨脹を伴う軟化を、またその下側で、塑性圧縮を伴う硬化を表現します。さて、自然に堆積した飽和土は、粘性土でも砂質土でも大抵は「構造」が発達した状態にあり、またその多くは若干でも過圧密な状態にあります。これらの土の負荷時の挙動を調べると、カムクレイモデルが主張するように、必ずしも硬化が塑性圧縮だけを伴い、軟化が塑性膨脹だけを伴うというものではないことがわかります。例えば、乱さない軟弱粘土や極めて緩い砂の非排水せん断試験では、限界状態線の下側で、ピークまでの硬化後、塑性圧縮にもかかわらず軟化が進行します。また、過圧密粘土や密な砂の排水試験では、限界状態線の上側で塑性膨脹を伴う硬化が見られ、その後、塑性膨脹のまま軟化が進行することも観察されています。

自然堆積土で見られる上述の、硬化・軟化と塑性膨脹・塑性圧縮の複雑な関係は、塑性変形の進展につれて徐々に構造が破壊されてゆき、また過圧密状態も解消してゆく過程の中で、順次起こる現象である、このことを一番簡単に表現する弾塑性構成式をこの論文で提案しました。すなわちまず、構造の状態と過圧密の状態を上負荷面、下負荷面で表し、ついで両負荷面の、正規降伏面に対する相似則について、塑性ひずみ量を変数に取る二つの発展則を与えています。ここで上負荷面とは、(完全に構造がなくなったときの)正規降伏面の上側にある降伏面を意味し、これは構造の発達した土が、練返し土と比較して、たとえば正規圧密線 ($e \sim \ln \sigma_v$) の上側に状態を取るなど、かさばった状態にあることを示すために

導入されました。下負荷面は、かつて20年以上前から橋口によって提案されている「繰返し塑性」理論に沿う概念で、過圧密土の状態を表すために用いられています。上負荷面と下負荷面は、発展則が記述するように、塑性変形の進展につれて、下負荷面は上負荷面に近づき(過圧密の解消)、上負荷面は上から正規降伏面に近づきますが(構造の喪失)、この間、硬化・軟化の境界線 $q = Msp'$ は、その勾配 M_s を増減させることになります。このために、硬化から軟化、また軟化から再硬化などの土挙動が、体積変化と関連させられて、素直に表現されます。

モデルはできあがると一人歩きします。このうち著者らが一番面白いと思ったことは、「砂と粘土はどう違うか」に、モデルが勝手に一つの答を寄せている点です。負荷して塑性変形を与えると、粘土は容易に過圧密を解消するが、構造はなかなか失わない。一方砂は、同じ量の塑性変形で、構造はすぐに喪失するが過圧密はなかなか解消しない。先の二つの発展則をこのように設定してモデルをいろいろ動かしてみると、例えば、昔からよく言われている「粘土は圧密材、砂は締固め材(大阪市大高田先生)」が素直に出てきます。すなわち砂は、高い圧縮応力をかけてもほとんど圧縮しないくせに、小さいせん断応力の繰返しによって容易に圧縮します。ところが粘土は、このような繰返しせん断ではほとんど圧縮しません。一方、砂を圧密しても二次圧密は起こりませんが、粘土は二次圧密まがいの圧縮が容易に起こります。粘土と砂は土質力学の大事な二つの材料ですが、ともすれば別々に扱ってこられました。それで少し面白いと思ってここに書きとめました。

モデルの限界は言うまでもなく、異方性の生成と喪失の過程が記述されていない点にあります。著者らも鋭意努力しなければなりませんが、あらためて土質力学と塑性力学を振り返りますと、「構造」、「過圧密」、「異方性」には膨大な研究の蓄積があります。この蓄積を思うと、研究とは、先人の築いた高い山の上に石ころ一つを積み上げるのにも似ていると、今更のように実感してしまいます。先人の偉業には感謝するばかりですが、新しいことなど、仮にできてもほんの少しだと、自分たちの非力さに、情けなく思うことがあります。窓外は五月晴れて、冒頭には「心からうれしい」と書きましたが、そしてそれは事実ですが、一方で何かほろ苦いものも感じている次第です。有り難うございました。

(原稿受理 2001.6.7)