

## 第2回材料WEEK 材料シンポジウム

主催：公益社団法人 日本材料学会  
会場：京都テルサ

## 小西 陽太

KONISHI, Yota

修士課程二年

2016年10月11日、京都テルサにて開催された材料シンポジウムにて以下表1に示す題目にて研究内容を発表した。本シンポジウムは(公社)日本材料学会主催の第2回材料WEEKの一行事として企画され、ナノ/セラミック材料や高分子複合材料など8つのテーマのワークショップが開催された。今回、塑性工学部門委員会企画の「マクロ/ミクロにおける塑性変形のモデリングとシミュレーション」をテーマとするワークショップに参加し研究発表を行った。

以下に、今回の研究発表で頂いたご質問とお答えした回答について記すとともに当シンポジウムを通して抱いた感想を報告する。

表1 研究発表題目

小西 陽太	【マクロ/ミクロにおける塑性変形のモデリングとシミュレーション】 CO <sub>2</sub> ハイドレート含有砂試料の三軸試験と弾粘塑性構成式によるシミュレーション
-------	---

## \*質問された内容、頂いたコメント

大阪市立大学 内田先生より

Q1: 粘塑性はどのように考慮されているのですか。お教えてください。

A1: 弾粘塑性を考えておりまして、ひずみ速度テンソルを弾性ひずみ速度テンソルと粘塑性ひずみ速度テンソルの和によって表されるものとしております。粘塑性ひずみ速度テンソルは *perzina* の超過応力型粘塑性理論に基づいており、*exponential* の関数形は粘土の実験結果より決定されております。パラメータは *C* と *m* になります。

京都大学 今谷先生より

Q1: 基本的にハイドレートが入り、その飽和率が高いほど強度は増加すると考えてよろしいのでしょうか。また、そのメカニズムはどのようにお考えでしょうか。

A1: はい。単純な軸差応力で見れば強度は、ハイドレートが入るほど大きくなります。今回の試験での一番の要因は固体であるハイドレートが入ることによる密度増加の効果であると考えておりますが、土粒

子を結びつけるような生成形態でハイドレートが存在することにより、土粒子塊が大きくなり回転が抑制されるなどの効果もあると考えております。

Q2：ひずみがかかなり大きくなるとハイドレートの効果は無いということですか。

A2：ひずみ軟化は示しておらず、残留強度でも差はございます。しかしながら、軸差応力の増加が見られなくなった限界状態のひずみ領域では応力比がハイドレートの有無に拘わらず一定となっており、すべっているような状態での摩擦への影響としてはハイドレートの効果はあまり無いのではないかと考えております。

Q3：せん断初期の剛性にバラつきがあるというのはどういうことでなぜなのでしょう。

A3：最大軸差応力はハイドレート飽和率と非常に綺麗な正の相関が見られるのに対し、せん断のごく初期では必ずしもハイドレート飽和率が大きいほど軸差応力が大きくなっているわけではありません。そもそもの予想として cementing 型でのハイドレート生成を考えており、その場合にはハイドレート飽和率が大きくなるほど顕著に強くなると考えておりました。今回のケースでは土骨格に影響を与えにくい生成形態であったのではないかと考えておりますが、試験的な誤差も考えられます。

慶應義塾大学 志澤先生より

Q1：室内で試験されていると思いますが、ハイドレートは温度圧力などが揃ってもできにくいものなのでしょうか。

A1：平衡曲線に示すような温度圧力条件を満たせばハイドレートはできます。ただ、比較的できやすいCO<sub>2</sub>ハイドレートでも、例えば5°Cの条件下であっても2MPaの圧力が必要など、その条件は厳しいです。

Q2：示されているハイドレート飽和率は実際に試験をしてたまたま得られた値で整理されたものなのでしょうか。実際の自然界での利用などで想定するハイドレート飽和率など何か狙いがあるのでしょうか。

A2：狙いはございます。各ケースハイドレート飽和率の狙いを定めて実施しておりますが、数%単位での狙い通りにはならず、結果得られた値での整理となっております。実際に想定されるメタンハイドレート層とは概ね対応する値となっているかと考えております。

## \*感想

金属から高分子化合物さらには生体まで、非常に幅広い材料を題材として研究がなされていた。材料そのものは大きく異なり、またそれぞれが様々な研究背景を持っていたが、試験をし、その挙動を的確に表現しうる構成式を構築する、そしてその構成式を用いて各分野で必要とされるシミュレーションの実施に活かすという流れは同じであった。構成式の考え方もいずれの分野でも凡そよく似ていて、異なる専門分野の方たちの間で議論が成り立っているのが非常に新鮮であった。ただ、見ているスケールの大きさは大きく異なっており、鉄鋼の疲労破壊一つとっても結晶の向きやすべりといった小さなスケールで検討して議論されているのは非常に興味深かった。これまで土木工学において地盤の構成式をここまで細かく考える必要があるのかと考えたこともあったが、他分野の産業ではもっと細かく精緻に、材料そのものの特性を把握、表現しようとして突き詰めた上、それを礎として新たな世界を切り拓こうとされていることを感じ、新たな視点を得た。ただ、例えば先の例では、鉄鋼の塑性変形のうち転位のすべり運動そのものをよく理解できていないなど自らの根本的な勉強不足ゆえに議論に参加できなかったことが大変悔やまれる。