

初学者のための効果的な「水理学」教育の実践

北海道大学大学院工学研究院 正会員 ○田中 岳

1. はじめに

大学・工業高等専門学校など、高等教育機関の土木工学科（土木系コース）の教育が、社会基盤の整備や維持・管理を担う土木技術者の輩出を目標にするなかで、公共事業に携わる土木業界に対する社会の目は厳しさを増している。この影響であってか、土木工学科への入学希望者が全国的に減少傾向にあることは周知の事実であろう。しかしながら、例えば、頻発する集中豪雨を誘因とした斜面崩壊や洪水氾濫、地震による津波、発達した低気圧、台風がもたらす高潮など、自然現象にともなう様々な災害から人や社会を守る（防災・減災害の）技術開発は、将来に渡っても継続的に、水工学を含めた土木工学に求められている。この水工学の基礎科目としての水理学を対象に著者が実施した「水理学の面白さ、難しさ」を問うアンケート^{1),2)}では、“面白くない・興味がわからない”, “難しい”, “わからない”などの否定的な回答が 52 件(全回答者の約 70%)もあった。

本論文では、これまでに起こった報告^{1),2),3)}から、学習者が水理学に否定的な感覚を抱く要因の解消・軽減を目指し、効果的に水理学教育を実践するために、**目標 1**：学習者が水理学に触れる時間を増加させる中で、学習意欲の持続に配慮しながら、学習者自身が積極的に水理学的な知識の醸成を図るようにする。

目標 2：学習者自身が水理学を学ぶ上で感じる困難さ、それからの脱却の仕方を学習者の中で共有することで、学習意欲を持続させる。

目標 3：制限された指導教員の数的条件のもとで、双方向のコミュニケーションを維持しながら、学習意欲を持続させる。

を設定したうえで、前報³⁾を踏まえて開水路流れに関する演習授業（科目名：水理学演習Ⅱ）の内容を再構成、そして実践し、アンケート結果に基づいて、特に、上記の目標 1 に対して、その教育的な効果を考察する。

2. 演習授業の形態

この演習授業では、前述の目標 1 の達成を念頭に、

キーワード 水理学教育、アンケート、土木工学

連絡先 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究科 TEL 011-706-6199

授業時間中の演習問題に加え、自学自習用のレポート課題をほぼ毎週課すこととした。その上で、学習者の学習意欲を持続させるために、これから水理学を勉強するという意識付けのためのアイスブレイキングとキーワードの明示に加えて、スパイラル的に演習問題とレポート課題の質的な変化を与えるように努めた。ただし、この質的な変化量によっては、学習意欲を阻害させる場合があるため、毎回の演習授業にて寄せられる質問・感想や、オフィスアワーでの内容から、学習者の意識を把握し、毎回の演習授業の初めの時間を使い、学習者の学習意欲を持続させるように指導した。

なお、著者の経験によるのだが、学習者がその学習意欲を持続させるには、“自分だけがわからない”という孤立感を感じさせないことも重要である。そこで、質問・感想にて学習者が記した内容を、（無記名にて）全て公表し、学習者の中で共有を図るとともに、目標 2 の達成を目指した。さらに、グループにより解決を図る課題を設定し、グループ討論を課すことでも、上記の目標 1 と 2 の達成を目指した。加えて、学習者の質問・感想に対しては、その全てに回答、公表し、学習者と演習指導をする特に教員とのコミュニケーションを図ることに努め、目標 2 と 3 の達成を狙った。

3. アンケートによる水理学の教育実践の効果の検証

(1) アンケート

本論文におけるアンケートは、以下に示す5項目について自由回答にて実施された。

1) この水理学演習Ⅱが開始された以前と、これを終える現在とを比較して、水理学に関して自分自身が“できるようになったこと”, “わかるようになったこと”を具体的に述べて下さい。（例えば、項目や問題について）

2) 上記1)にて述べたことは、自分自身が身に付けた（あるいは、身に付けつつある）どのようなものによるものなのかを具体的に述べて下さい。（例えば、水理学の、あるいは他の学問の知識や技術について）

3) 上記2)を獲得するうえで、この水理学演習Ⅱが役立

てられたことを自由に述べて下さい。(特に、水理学演習Ⅱによるものでなければ、自分自身がどのようなことに取り組み、上記2)を獲得したのかを述べて下さい。)

4) この水理学演習Ⅱを終える現在も、水理学に関して“むずかしい”、“わからない”と感じることを具体的に述べて下さい。

5) 上記4)にて述べたことを克服するうえで、この水理学演習Ⅱに望むことなど、気付いたことを自由に述べて下さい。

(2) アンケートの検討結果

ここでは、特に設問1), 3)および4)に対する自由回答の結果を分析する。設問2)への回答結果より、最も多くの学習者27名(回答者全体の40.9%)が、Manningの平均流速公式・Chezyの平均流速公式を使う等流流れの問題を挙げている。続いて、学習者24名(同36.4%)が、開水路流れにおける底面や側面の局所的変化に対する水面形変化の問題のように、Bernoulliの定理や比エネルギー保存則を適用する問題を解けるようになったと回答している。さらに、常流・射流の条件とFroude数や限界水深について学習者18名(同27.3%)が、スルース・ゲートに作用する流体力の問題のような運動量保存則を適用する問題について学習者17名(同25.6%)が、それぞれ理解しているようである。また、この演習授業にて最も学習者の応用力が試される、エネルギー保存則と運動量保存則についての理解が問われる、例えば、跳水現象を伴うような問題に対しても、学習者自身が“できるようになった”、“わかるようになった”と感じていると判断された回答は、学習者16名(同24.2%)となっている。なお、上記には重複回答が含まれているが、これらを除く回答者の中で、8名(同12.1%)が、本演習授業が取り扱った問題については、ほぼ解けるようになったと回答している。つまり、エネルギー保存則と運動量保存則についての理解がうかがえる学習者は、先の学習者16名を加えた24名(同36.4%)であると判断される。一方で、設問4)に対しては、比エネルギー、比力、開水路漸変流となっている。特に、比エネルギーと比力の両方、またはどちらか一方を挙げた回答者は、17名(回答者全体の25.8%)、続いて、学習者13名(同19.7%)が、底面および壁面における摩擦が無視しえない開水路漸変流の水面形に対して、理解が不十分であると感じているようである。なお、両項目への回答について、重複回答はみられなかった。他に、

水理学そのものよりも、演習問題を解く際の数学的な演算操作に対して習熟していないと、学習者の8名(同12.1%)が感じているという結果をえた。次に、設問3)への回答結果から、授業時間中の2から3題の演習問題、レポートとしての1から3題の課題を毎週おこなうことにより、必然的に水理学に触れる時間が増え、水理学的問題の解法を修得するとともに、水理学を理解してきたと、学習者42名(回答者全体の63.6%)が感じている。その中で12名の学習者が、積極的に自身で水理学に取り組んだと明確に回答している。また、学習者11名(同16.7%)が、演習授業の前の解説や、学習者が演習をしている際の教員とTAの演習指導が、水理学的問題を解く上で役立てられたと回答している。なお、少数ではあるものの4名の学習者が、グループ課題にて課された試験問題の作成が、水理学を理解する上で有効的であったと回答している。

4. おわりに

本論文では、学習者が水理学に否定的な感覚を抱く要因の解消・軽減を目指し、前報³⁾から再構成された演習授業を実践し、アンケートに基づいて、その教育的な効果について検討した。

その結果から、本アンケートの全回答者の36.4%にあたる24名の学習者が、本演習授業にて最も応用力が試される、エネルギー保存則と運動量保存則についての理解を深めていることが伺えた。また、学習者42名(回答者全体の63.6%)が、多くの問題、課題に取り組んだことが水理学の理解を促すと感じており、その回答者の中の12名が、積極的に自学自習をおこなったと述べている。このことから、目標1のある程度の達成が判断された。

謝辞：長谷川和義前教授(北海道大学大学院)、山梨光訓教授(専修大学北海道短大学部)には、水理学教育に関してご指導を賜った。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 田中岳: 学習者が感じる水理学の難しさ-アンケート調査, 土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), CS1-01, 2008.
- 2) 田中岳: 初学者のための「水理学」教育, 土木学会教育論文集, 第 1 巻, pp. 85-93, 2009.
- 3) 田中岳: 水理学教育実践の難しさ-アンケート調査から, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), CS1-005, 2009.