

平成 15 年 8 月 19 日

(社)日本地すべり学会 平成 15 年度
論文賞、研究奨励賞、谷口賞の受賞対象審査結果について

表彰委員会

1. 論文賞

- 受賞候補者 : 会員 鵜飼恵三氏 [群馬大学工学部建設工学科]
審査対象論文 : 「地すべり防止工の評価にかかる弾塑性 FEM の開発と適用」に
関する一連の論文
審査結果 : 当該論文の独創性とその評価

地すべり対策工を計画し、その適切な施工位置と施工数量を決定するには、地すべり機構調査によって得られた主測線断面について安定解析を行い、地すべりの特性を勘案しながら計画安全率に見合った工法を選択するのが現状である。この安定解析にはその主測線二次元断面の鉛直分割スライスによる極限平衡法を用いるのが一般的であるが、工費節減に対応する一手段として簡便な三次元安定解析の適用が推奨されている。しかしこの手法も極限平衡法の応用であり、地すべりの変形やすべり面形状の変化などの特性を完全に生かしきれてはいない。氏は有限要素法 (FEM) による地盤の変形や浸透流に関する研究を通じて (文献 1, 2, 3, 7 など) 斜面の安定を移動土塊全体について解析評価する手法を提案 (文献 6, 8 など) され、さらにこれを防止工の施工効果の評価に関する解析 (文献 4, 5, 9 など) にまで実務的な手法が取り入れられるよう議論を進められた (文献 10, 11, 12, 13 など) ことは独創的であり、類似の研究に抜きんでて地すべり防止工の設計合理化に深く貢献するところは疑いなく、今後の地すべり対策が防止効果に関する理論的に適切な評価を受けながら実施できるようになることは、公共事業の一環である地すべり防止対策が合理的に推進される上で大きな役割を果たすものである。

さらに氏はこれらの研究から得られた解析手法を積極的に公開して防止工設計技術のレベルアップに努められ、広くこの分野での研究が進展するよう学会の活性化にも意を払われていることは、地すべり学会の社会的信頼の確立に多大の貢献を果たしているものと思料されるところである。また氏は研修会、講座を通じて研究の成果を学会員に分かりやすく移転されることに尽力されており、実務上での技術向上と地すべり防止工計画が合理的に工費節減の目的を果たす上での貢献も計り知れないものがある。

関連する氏の論文は多数に上るが、今回の受賞対象となった斜面の安定性評価と防止工

の評価に関する 3 次元 FEM 解析の概要は次のようなものである。

(1) 地すべり斜面の安定性評価

従来、FEM では要素ごとに局所安全率を求める方法が用いられてきたが、斜面の全体安全率を求める方法は確立されていなかった。一方、地すべり防止対策は全体安全率を指標として計画するので、その安全率の評価が必要である。そこで氏は従来の極限平衡法と同じ安全率の概念に基づいたせん断強度低減法を提案して FEM により斜面全体の安全率を計算する方法を確立した。この手法と杭と地盤の相互作用のモデルを合わせて、杭の三次元効果を加味した斜面の安全率を求める方法が構築され、B/C の改善に役立つ三次元弾塑性 FEM 解析を築いた。

極限平衡法は静的な解析法であるため地すべり変形解析が不可能であったが、氏の研究によって地すべり運動に伴う微小変形量を踏まえた斜面安全率を取り扱うことが可能となり、当研究はより現実の三次元地すべり斜面の安定性の評価において多大の寄与をしている。

(2) 杭と地盤の三次元 FEM 解析

これまで地すべり抑止杭の設計においては必要抑止力を求め、それに対して杭の断面計算を行い、施工性を考慮して杭の諸元を決定する。この断面計算方法は実現象との比較・検証により構築された実績のある方法である。しかしながら合理的な杭の設計を目指すためには、従来の計算に反映されなかった要因や機構を考慮して計算モデルをすべりの運動様式をとる実現象に近づける必要がある。そこで氏がまず着目した機構は杭の配置に起因した三次元効果である。従来の断面計算は二次元であり杭と杭の間の地盤を介した力学的機構はモデル化されない。ところが実際は杭の施工間隔によって群効果や中抜けの傾向が認められており、地盤と杭の三次元的な機構は無視できない。そこで、氏は地盤と杭の力学的相互作用を解析する実用的な三次元弾塑性 FEM 解析を開発した。この具体的な成果は 2 点挙げられる。まず、第一に実用性に優れた三次元弾塑性アルゴリズム（プログラムの計算の流れと論理）の構築と普及、第二点目として地すべり地塊の変形を考慮して地すべりや斜面の安全率を FEM で求める方法の確立である。

三次元弾塑性アルゴリズムの開発に当たっては、普及と実用性を重んじ、入力物性値を得るために特殊な試験を要しないこと、プログラムが分かりやすいこと、計算の収束性が良いことが追求された。この技術は弾塑性構成則の定式化だけではなく、非線型問題を一定の精度を保証して近似的に効率よく解く修正 Newton-Raphson 法などの高度な数値解析技術である。この数値解析技術は二次元では例があるものの、三次元では具体的なアルゴリズムを地盤及び杭の両方の変形破壊まで考慮し分かりやすく示した研究はほとんどない。多くの技術者にも三次元解析に携わることの出来る路を拓いた功績は大きく、この成果があったからこそ斜面安全率の評価の上で地盤と杭の解析が研究領域に留まらず実務上でも

取り扱えるようになったと言っても過言ではない。

以上のことから、今回提出された鵜飼恵三氏の「地すべり防止工の評価にかかる弾塑性 FEM の開発と適用」に関する一連の論文を、平成 15 年度（社）日本地すべり学会論文賞授与に該当するものと判断し、ここに報告する。

鵜飼恵三氏 関連論文・著書 目録

1. 鵜飼恵三：弾塑性 FEM による斜面の全体安全率の計算 土質工学会論文報告集
Vol.29 , No.2 1989
2. 鵜飼恵三、荻原敏行、井田壽朗：モデル化された切斜面土の三次元安定解析と留意点
地すべり 第 29 巻 第 4 号 1993
3. 鵜飼恵三、井田壽朗、若井明彦：動的弾塑性 FEM による地震時斜面のすべり面解析
地すべり 第 32 巻 第 1 号 1995
4. 鵜飼恵三、若井明彦：単杭及び群杭の水平載荷挙動に関する三次元有限要素法による
検討 土と基礎 Vol.43 No.8 1995
5. 鵜飼恵三、干玉貞、若井明彦、榎戸源則：斜面安定工の効果と強度定数 c 、 ϕ の関係
地すべり 第 33 巻 第 2 号 1996
6. 鵜飼恵三、井田壽朗、若井明彦：地震時の斜面安定性におよぼす 3 次元効果
土木学会論文集 No.554 37 1996
7. 田中忠次、鵜飼恵三他共著：地盤の 3 次元弾塑性有限要素解析
丸善株式会社 1997
8. 鵜飼恵三、蔡 飛、阪上最一、若井明彦：降雨時の斜面安定性の全体安全率による評価
地すべり 第 35 巻 第 1 号 1998
9. 鵜飼恵三、蔡 飛、若井明彦、阪上最一：集水ボーリング工の効果に関する定量的評価
手法の提案 地すべり 第 35 巻 第 3 号 1998
10. 若井明彦、蔡 飛、鵜飼恵三、：飽和 不飽和浸透流解析による地下水位の予測と斜面
の安定性評価 地すべり 第 36 巻 第 4 号 2000
11. 鵜飼恵三、蔡 飛：対策工を有する斜面の全体安全率を弾塑性 FEM により評価する
方法の提案 土と基礎 Vol.49 No.4 2000
12. 鵜飼恵三、蔡 飛：杭とアンカーで補強された斜面の三次元安全率の計算
第 38 回地すべり学会研究発表講演集 2000
13. 鵜飼恵三、蔡 飛：二列に配置された抑止杭の効果を弾塑性 FEM により評価する手
法の提案 地すべり 第 37 巻 第 4 号 2001
14. 鵜飼恵三：地すべり抑止杭の解析 現行設計法と弾塑性 FEM の比較
地すべり 第 38 巻 第 2 号 2001

2 . 研究奨励賞
 該当者なし

3 . 谷口賞
 該当者なし

以 上