

論 文 要 旨

Abstract

論 文 題 目

**Title: Geo-environmental hazards associated with Multi-slice Longwall Mining of the Gondwana Barapukuria Coal Basin, NW Bangladesh: constraints from numerical simulations**

This dissertation connects the Boundary Element Method (BEM) and Finite Element Method (EFM) with its practical applications to recognize underground mining related geo-environmental hazards associated with the Gondwana Barapukuria Coal Basin of northwest Bangladesh. A total of three models are presented to recognize ground movement and water inrush/inflow. The study uses both FEM and BEM numerical analyses to evaluate stress redistribution, strata failure, and water inflow enhancements that result from the coal extraction operations. It is apparent from the fracture heights that large amounts of caving would occur towards the roof due to the multi-slice extraction of coal, and finally would be linked with the water-bearing Dupi Tila Formation. For the case of seam gas outburst, three models are also presented in this study. Model A assumes horseshoe-shaped geometry, model B assumes trapezoid-shaped geometry, and model C assumes horseshoe-shaped geometry coupled with a roof fall-induced cave generated by the break-up of rock materials along the vertical dimension of an igneous dyke. From these simulation results, it is thought that the extension of the dyke-induced perturbation zone toward the roof, floor, and rib sides of the entry roadway initially creates small tensional cracks that gradually grow into large-scale tensional features. These features could also be responsible for high concentrations of gas, which are emitted into the mine from fractured coals due to insufficient mine ventilation and low atmospheric pressure. Mining-induced fault reactivation and its impacts on main conveyor belt roadway have been focused as an adverse geo-hazard for the safe operation of the mine. The simulation results illustrate that the mining-induced redistribution of stresses causes significant deformation within and around the two faults. Failure trajectories that extend towards the roof and left side of fault indicate that mining-induced reactivation of faults is not sufficient to generate water inflow into the mine. However, if movement of strata occurs along the fault planes due to regional earthquakes, and if the faults intersect the overlying Lower Dupi Tila aquiclude, then liquefaction could occur along the fault zones and enhance water inflow into the mine. Considering all geo-hazards, I recommend for rethinking about coal bed methane (CBM) resource potential rather than underground mining of Barapukuria coal basin.

Name: Md. Rafiqul Islam



平成21年 8月 5日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 新城 竜一

副査 氏名 松本 剛

副査 氏名 古川 雅英



### 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 海洋環境学 氏名 Islam Md. Rafiqul 学籍番号 068562D		
指導教員名	新城 竜一		
成績評価	学位論文 <input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
論文題目	Geo-environmental hazards associated with multi-slice longwall mining of the Gondwana Barapukuria coal basin, NW Bangladesh: constraints from numerical simulation (ゴンドワナ・Barapukuria 石炭盆地 (北西バングラデシュ) の多層・長壁式採炭に伴う地質学的災害危険分析: 数値シミュレーションに基づく評価)		
審査要旨 (2000字以内)	本論文では、バングラデシュ北西部の Barapukuria 石炭盆地について、石炭採掘現場周辺の地質構造と採掘による応力再配列を数値シミュレーションの手法で解析し、採掘現場付近の応力分布解析から採掘災害（坑道崩壊、地盤変動、水の侵入、メタンガス流入など）危険評価を		

行っている。

同石炭盆地はバングラデシュでは唯一の大規模な石炭採掘場所である。同盆地は東西方向でハーフ・グラベン構造をなし、内部には石炭層を胚胎する Gondwana 層が分布する。本層は東へ向かい厚さが増大する。この上位には水を含む Upper Dupi Tila 層があり、この層からの坑内への水の侵入が重大な災害となるが、両層間に介在する Lower Dupi Tila 層によって水の侵入が妨げられている状況にある。同盆地の東縁は、落差約 200m の正断層の Eastern Boundary Fault (EBF) を境界とする。

主要な結論は以下のとおり。

1) 同盆地の地質構造と構成地層の物理的条件および採掘坑道の分布状況を用いて、境界要素法 (Boundary Element Method: BEM) と有限要素法 (Finite Element Method: FEM) の2つの方法で数値シミュレーションを行った結果、約 60m の水平変異 (引っ張り) によって、伸張帯が Gondwana 層内と EBF 周辺に存在すること示された。この伸張帯による地層破壊が上部層に達すると水の浸入による危険性が增大する。また、採掘に起因した坑道周辺域の応力の再配列が、既存の主要な断層系の地質構造に沿って変形を引き起こす可能性も示された。さらに偏差応力パターンは上方へ屈曲したコンター配置パターンを示し、地下採掘場の上部に破壊帯が形成されやすいことを示している。従って、現在同炭坑で採用されている multi-slice longwall 式の採掘は非常に危険で不相当であると結論される。

2) 同採掘場所におけるメタンガスの資源ポテンシャルの評価 (埋蔵量推定など) を行うとともに、数値シミュレーションによって採掘現場でのメタンガスの流出に伴う歪み分布解析・変形規模・坑道の強度評価も行った。さらに、採掘場所付近の盆地中央部を北東-南西方向で横切る火成岩岩脈に起因した応力のパターン解析と坑内へのメタンガス流入のメカニズムの解明も行った。地下での石炭直接採掘が危険であるため、メタンガスの採取へと資源採掘方法の変換が最重要課題であると結論された。

これらの成果は、同炭坑の災害防止のための重要なデータを提供するとともに、他国の石炭坑での災害予測についても重要な知見を与えるものである。また内容には新規性があり学術的にも高く評価される。本論文の内容は、11編の査読付き国際専門学術誌に掲載済みまたは印刷中で、内容についての評価を既に受けている。また申請された学位論文について、論文審査委員による熟読と検討を行い、審査委員会の全会一致で申請論文の内容は「合格」に値すると評価した。

平成 21 年 8 月 5 日 10 時 20 分から、理系複合棟 202 教室にて学位論文の内容についての最終試験を行った。試験は約 40 分間の口頭発表を課し、その後、学位論文の内容および専門的知識についての質疑応答を論文審査委員を含めて約 20 分間行った。申請者の質問に対する適切な回答状況から、審査委員会は申請者が専門的および関連分野の十分な知識を有していることを確認した。

申請者は、「琉球大学大学院理工学研究科博士後期課程の学位授与に関する申合せ第 2 号」の規定と、「海洋環境学専攻における学位授与に関する申合せ」地学分野の規定 (筆頭著者として、英語か日本語の査読付き論文 2 編以上) を満たしている。したがって、論文審査委員会は、全会一致で本申請学位 (博士) 論文を「合格」と判定した。