

ニアフィールド岩盤 - 緩衝材の長期力学的相互作用に関する新しい評価手法の開発 Development of new evaluation technique of long term geomechanical interaction between bedrock and buffer in near-field

西本 壮志^{1*}, 岡田 哲実¹, 澤田 昌孝¹

NISHIMOTO, Soshi^{1*}, Tetsuji Okada¹, Masataka Sawada¹

¹(財)電力中央研究所

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

高レベル放射性廃棄物処分施設周辺(ニアフィールド)では熱-水-応力連成現象が長期にわたり発生する。このため、廃棄体の支持性や核種移行経路に影響を及ぼしうる緩衝材や周辺岩盤の長期挙動を評価し、施設の安全評価の信頼性向上を図る必要がある。一方で、長期挙動評価のための数値解析シミュレーションにおけるその妥当性検証に実証試験を長期間実施することは困難である。遠心力場の相似則(自重応力の再現や時間短縮の効果)を利用し、縮尺模型による遠心力載荷試験を行えば、ニアフィールドの長期挙動(オーバーバックの変位量や緩衝材の膨潤挙動、周辺岩盤のひずみ等)を再現・評価できる可能性がある。そこで本研究では遠心力載荷模型試験により、周辺岩盤と緩衝材の力学的相互作用に着目したオーバーバックの変位量、緩衝材の土圧、周辺岩盤のひずみに関するニアフィールド長期挙動データの取得を行った。これにより、ニアフィールド場で生じる連成現象を実規模実証試験、数値解析シミュレーション以外の方法、すなわち、遠心力載荷模型試験により評価する新しいニアフィールド長期挙動評価手法の骨格を提示する。

本研究で用いる縮尺模型は、模擬処分孔1孔を削孔した直径180mm×高さ180mmの岩盤、ベントナイト緩衝材(クニゲルV1)、模擬オーバーバック1体から成る。模型は、電中研・電事連共同研究報告書(1999)において提案されている縦置き処分孔、緩衝材、オーバーバックのサイズの1/30の大きさである。模型は圧力容器に封入された後、所定の地圧に対応する応力を負荷(2~10MPa)、遠心加速度30Gを付与した後、模型下面より注水し、実験開始とした。実験は最長約2ヶ月(実物換算時間で約165年相当)行った。

結果として、模擬オーバーバックの変位量において、注水開始後、自重によるごくわずかな沈下が計測された。その後、オーバーバックは急激な浮上を示し、ピーク値を以て緩やかな沈下傾向を示し、その値は収束しなかった。また、沈下量に比べ浮上量の方が数倍大きい。緩衝材の土圧は、緩衝材が吸水・膨潤を開始するまで発生しないが、膨潤が開始すると急激に上昇する。ピーク値を計測した後は緩やかな減少傾向を示し、その値は収束しなかった。オーバーバックの変位量、緩衝材の土圧のピーク値に注目すると、負荷した地圧によってその値が大きく異なる。すなわち、結果には岩盤の変形に起因する地圧依存性が認められた。また、既往のオーバーバックと緩衝材のみの模型を金属製の試験容器に封入して行ったひずみ拘束条件の遠心力載荷試験(中村・田中, 2009)では、ピーク値を計測した後、オーバーバックの変位量、緩衝材の土圧は実物換算時間で約50~70年相当経過時点で収束している。一方で、応力拘束条件の本研究では、いずれの実験においてもこれらの値は収束せず、明らかな時間依存性が認められた。すなわち、ニアフィールドの長期挙動が、(1)地圧に応じた岩盤の変形と緩衝材の膨潤挙動の力学的相互作用により変化したこと、(2)この相互作用により最長2ヶ月の実験期間においても収束しないことを実験的に初めて明らかにした。

キーワード: 高レベル放射性廃棄物処分施設, ニアフィールド, 遠心力模型試験, 長期挙動, 力学的相互作用

Keywords: High-level radioactive waste disposal repository, Near-field, Centrifugal model test, Long term behavior, Geomechanical interaction