No.39　課題番号　2010A-A22　利用装置名　TNRF

花崗岩石材中の不飽和浸透流の研究

Study of water permeation into granite by neutron radiography

利用者　長　秋雄[1)]、　長谷川 正一[2)]、　松林 政仁[3)]

Akio CHO　Shouichi HASEGAWA　Masahito MATSUBAYASHI

所　属　[1)]産業技術総合研究所、[2)]羽黒石材商工業協同組合、[3)]原子力機構

キーワード　石材、花崗岩、水、浸透、中性子ラジオグラフィ、茨城、地場産業

1．目的

茨城県笠間市・桜川市には良質の花崗岩が広く分布している。明治期の鉄道整備により東京への運搬手段を得て、東京での数多くの近代建築・電車軌道・道路舗装・橋・河川工事などに、茨城の花崗岩が使われた。茨城の花崗岩は「日本の近代化を築いた石」と、言っても過言ではない。石材産業は、笠間焼・結城紬などと並ぶ、茨城県の主要地場産業の一つである。

茨城県石材業協同組合連合会は、2003年より茨城県地域産業集積活性化計画支援事業の助成を受け、石材品質に関する調査・研究を行っている。我々は、2007年放射線利用振興協会トライアルユース（使用日数2日）で中性子ラジオグラフィ試験を行い、花崗岩石材に浸透する水を可視化することに成功した（Cho et al., 2009）。2008年日本原子力研究開発機構施設供用課題（同3日）では、浸透での異方性を４種の花崗岩で、乾燥での異方性を1種の花崗岩で、確認した。

本課題（2010年施設供用課題、同2日）では、花崗岩は石英・長石・雲母からなる複合材であるとともに不均質な素材であるので、試験結果の再現性やばらつきを評価することを目的として、5種類の茨城県産花崗岩と3種の中国産花崗岩について、各2供試体の各2方向での水の浸透を中性子ラジオグラフィ試験により可視化・定量化した。

2．方法

花崗岩石材供試体（40mm立方体、図１）を湿潤スポンジの上に載せ、底面から水が毛管力により浸透する過程を、10分毎に中性子ラジオグラフィ画像を撮影した。直接画像では水の浸透箇所を可視化できないが（図２）、差分画像を算出することで浸透箇所を可視化・定量化することができる（図３）。

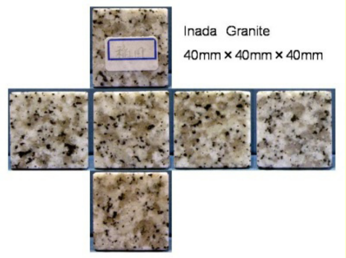

図１　稲田石供試体の展開写真

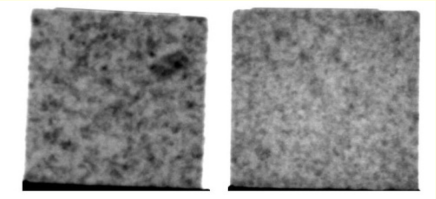

図２　稲田石（左）とG614（右）での直接画像

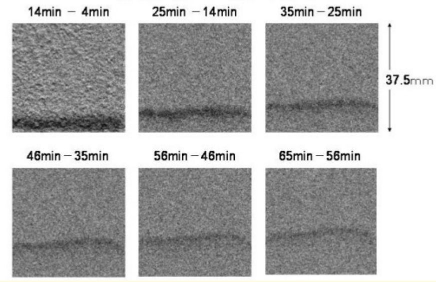

図３　G614での10分毎の差分画像

3．実験結果

本課題で行った中性子ラジオグラフィ試験の結果の一例として、茨城県産花崗岩D第1供試体でα方向に水を浸透させたときの結果を図４に示す。この図は、底面から水を浸透させ始めてから120分後に撮影した画像から水を浸透させる前に撮影した画像を差し引いて得た差分画像を用い、輝度値の水平ライン上での平均値を鉛直方向に対して作図したものである。中性子ラジオグラフィ画像データの処理には、フリーソフト Image-J を使用した。水が浸透すると、中性子透過率が減少するので、輝度値は低下する。したがって、図で輝度値が低下し始めるグラフの肩が浸透フロントの位置を示しており、120分後の浸透フロントの高さが17mmであることが分かる。

５種類の茨城県産花崗岩と３種類の中国産花崗岩について、各２供試体の各２方向での120分後の浸透フロントの高さを、表１にまとめる。「－」は人為的試験ミスにより測定できなかったことを示す。１データ（茨城県産花崗岩D第２供試体）を除いて、α方向での浸透フロントの高さはβ方向でのそれより小さく、全８種の花崗岩・全15供試体で浸透異方性を確認した。茨城県産花崗岩A・B・Cと中国産花崗岩Fでは、２供試体での浸透フロントの高さはほぼ一致しており、試験結果の再現性は良好であった。

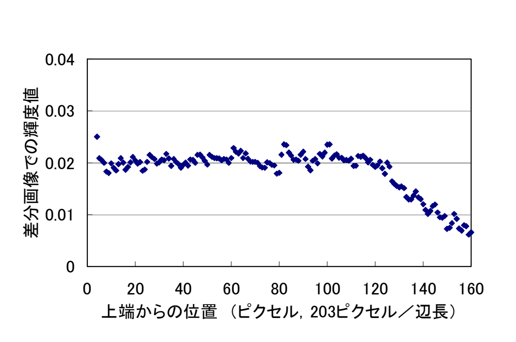

図４　差分画像での輝度の水平平均値の鉛直プロファイル

120分後の浸透フロントの高さ　単位　mm

茨城県産花崗岩									
A		B		C		D		E	
α方向	β方向	α方向	β方向	α方向	β方向	α方向	β方向	α方向	β方向
20	23	21	25	14	19	17	19	23	25
20	24	23	24	14	18	25	19	19	24
中国産花崗岩									
F		G		H					
α方向	β方向	α方向	β方向	α方向	β方向				
18	24	－	25	35	41				
18	25	18	22	－	34				

表１　茨城県産花崗岩（５種）と中国産花崗岩（３種）での120分後の浸透フロントの高さ

4．まとめ

茨城県産花崗岩５種と中国産花崗岩３種に水が浸透する過程を中性子ラジオグラフィ試験により可視化・定量化し、いずれの花崗岩でも浸透異方性があることを確認した。

5．引用（参照）文献等

Cho et al. (2009), Nuclear Instruments and Methods in Phys. Res. A, 605, 197-199.