



Title	Temperature and confining pressure effects on the permeability of rocks under triaxial compression [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Alam, A.K.M. Badrul
Citation	北海道大学. 博士(工学) 甲第11578号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/57231
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	A.K.M._Badrul_Alam_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士(工学)	氏名	A.K.M. Badrul Alam
審査担当者	主査教授	藤井 義明	
	副査准教授	児玉 淳一	
	副査教授	川崎 了	
	副査特任教授	田中 洋行	

学位論文題名

Temperature and confining pressure effects on the permeability of rocks under triaxial compression
(三軸圧縮下における岩石の浸透率に対する温度と封圧の影響)

地下に空洞を掘削すると空洞周辺岩盤には、EdZ (Excavation disturbed Zone、掘削影響領域) や EDZ (Excavation Damaged Zone、掘削損傷領域) が生じる。EdZ は弾性的・可逆的な変形を被る領域、EDZ は岩石が不可逆的に破壊する領域である。両領域においては、浸透率が増加する可能性があるが、浸透率が増加すると空洞の遮蔽性が低下し、必要な遮蔽性を維持するために余計なコストが発生する恐れがある。また、岩盤空洞の建設深度は多様であり、温度も、地表と同様な温度から放射性廃棄物の地層処分では摂氏 80 度～100 度程度が予想される。そこで、変形・破壊に伴う岩盤の浸透率の変化挙動とそれに対する封圧と温度の影響を明らかにすることが重要である。しかしながら、原位置岩盤は寸法が大きいため多様な条件下で試験を行うのは困難であり岩石供試体での試験が試みられている。

ところが、従来の研究は、封圧範囲が十分大きくない、室温での試験結果、あるいは、高温下での試験結果しかない、などの欠点を有する。また、岩盤には亀裂があるので、岩盤の浸透率挙動の解明を最終目的とするならば、健全な岩石の浸透率よりもむしろ破壊した岩石の浸透率の方が重要であるが、十分な軸ひずみ下での安定した残留強度における浸透率を測定した研究はなかった。

本論文は、三軸圧縮下の岩石の浸透率の変化挙動とそれに対する封圧と温度の影響を明らかにするために、支笏溶結凝灰岩・来待砂岩・稲田花崗岩について、有効封圧 1 MPa～15 MPa、温度 295 K または 353 K で、軸ひずみ 10 パーセントあるいは 7 パーセントまで三軸圧縮しながら浸透率を測定したものである。浸透率変化のメカニズムについても、研磨薄片と X 線 CT の観察結果も考慮して考察されている。

支笏溶結凝灰岩では、圧縮に伴い浸透率が単調に減少することがわかった。そのメカニズムは火山ガラスで構成された溶結凝灰岩の基質の空隙崩壊であるとされている。破壊前と比較した破壊後の浸透率の減少の割合は、295 K では封圧とともに大きくなった。この理由は、封圧が大きくなると空隙崩壊が促進されるためである。353 K では封圧 1 MPa で 295 K での最大の減少と同じ程度に減少し、減少量は封圧にはほとんど変化がなかった。低封圧での大きな減少の理由は、空隙崩壊が熱活性化で促進されたためである。

来待砂岩では、浸透率は一旦減少したのち、最大荷重点前から増加をはじめ、残留強度状態において一定値に収束した。最大荷重点前の減少については傾斜したマイクロクラックの弾塑性的な閉鎖によるもの、その後の増加については、マイクロクラックの発生・成長・結合と巨視的破断面の

形成によるものである。295 K における破壊後の浸透率は、破壊前と比べ低封圧では増加したが、高封圧下では減少した。低封圧下における浸透率増加は破断面が形成されたためであるが、高封圧下においては粘土鉱物の塑性変形により破断面の不明瞭化や空隙率減少が生じ、浸透率減少を招いた。353 K における破壊後の浸透率は、破壊前と比べ 1 MPa のみで増加し、あとは減少した。これは、高温により低封圧下でも粘土鉱物の塑性変形が促進され破断面の不明瞭化・空隙率減少が生じたためである。

稲田花崗岩では、軸載荷に伴う浸透率挙動は来待砂岩と同様であった。295 K における破壊後の浸透率は、破壊前と比べ大きく増加したが、増加量は低封圧下で大きく、封圧とともに減少し、高封圧下で再び増加した。破壊に伴い大きく浸透率が増加したのは、硬い鉱物で構成されている平滑でない破断面の開口量が大きいためであり、封圧の増加とともに若干の粘性変形により開口量が減少、浸透率も減少する。封圧がある値よりも大きくなると破断面で凹凸における応力集中により副破断面が生じ、再び浸透率が増加したものと思われる。353 K における破壊後の浸透率も破壊前と比べ増加したが、15 MPa における大きな増加を除き増加量は小さく、295 K の最低値程度であった。これは、高温により粘性変形が促進され破断面の開口量が小さくなったためである。

最後に、岩盤の浸透率は破壊した岩石の浸透率とほぼ等しいという仮定のもとに岩盤の遮蔽性の評価を試みている。

これを要するに、著者は、三軸圧縮下の岩石の浸透率に対する封圧と温度の影響について新知見を得たものであり、岩盤工学に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。