

コンクリート材料の格納性能評価に関する考察

熊本大学工学部 学生員 ○小田 剛士
 熊本大学大学院 乙丸 正彦
 熊本大学工学部 正員 大津 政康

1. はじめに

近い将来において、工学的に重要と考えられている放射性廃棄物の地層内処分において安全性を確保するためにはバリアシステムの確立が急務とされている。放射性廃棄物は、キャニスタと呼ばれる隔離用容器に詰められた後、ボアホールに埋められ、パツファ材およびバックフィル材から構成されるバリアシステムにより保護される。この場合、コンクリート材料はキャニスタ容器あるいは処分用空洞のライニング材として使用することが検討されている。バリアシステムの根本思想は放射性物質の長期にわたる隔離管理であり、この目的に合致するためには耐久性と液体、気体の両方に対する格納性能が重要な因子となる。このような考えのもとに、我々はひびわれ拘束性能に優れた繊維補強コンクリートの格納性能の評価について検討を行っている。ここでは、その一部として放射性核種の漏洩機構とその際に問題となる透水係数の評価に関する結果について報告する。

表-1 解析モデルとコンクリートの物性値

2. 解析対象システム

バリアシステムで対象とされるコンクリートの格納性能には、放射性物質を輸送する媒体が液体であるか気体であるかによって表-1に示すような検討が必要となる。浸透水による放射性物質の漏洩に対しては、透水係数が重要であり漏洩は水圧に関する拡散方程式に支配される。一方、核種などの気体の伝播は輸送方程式に支配されるが、この際には気体の伝播速度が因子となるため、予め圧力勾配の分布を知っておくことが必要となる。これに関連したコンクリートの物性値は透気係数である。一般に透気係数は透水係数と関連していると知られていることより、本問題において基礎的に検討すべきコンクリートの物性値は透水係数と考えられる。

解析対象	浸透水による漏洩	ガス圧による漏洩
拡散方程式	水圧	ガス圧
物性値	透水係数	透気係数
解析目的	圧力分布	気体伝播速度 (圧力勾配) 輸送方程式の解析

3. 透水試験

透水係数を求めるには、外圧式アウトプット法の透水試験装置を用いた。対象としたコンクリートの配合ならびに強度の物性値を表-2に示す。予備実験の結果によれば、コンクリートの透水係数は 10^{-12} cm/s 程度であり、150 φ (mm) の供試体の中空部まで外部からの浸透水が達し定常状態となるには相当な長期の試験が必要であることが判明した。そこで、村田の方法に基づいた非定常透水係数を求めることとし (1)、浸透水として30

表-2 コンクリートの配合

％のNaCl溶液を用いた試験法を開発した。これは加圧溶液の浸透開始後の適当な時間に供試体を装置より取り出し、割裂破壊をさせ破断面に1g/1000 ccだけ溶かしたフルオレセイ

	Slump(cm)	Air(%)	W/C(%)	s/a(%)	W	C	S	G	fiber	σ_c (Mpa)	σ_t (Mpa)
AEC	9.9	5.0	45	41	169	375	695	1156	0	33.7	2.9
SFR(1%)	0.7	5.0	45	41	169	375	684	1138	78.5	45.0	5.1
SFR(2%)	0.1	5.0	45	41	169	375	674	1121	157	37.4	-

ンナトリウム溶液を散布し、乾燥後に0.1Nの硝酸銀水溶液を噴霧して赤色を呈するCl⁻イオンの浸透部の深さを測定するものである。浸透深さは、破断面の数箇所計測し、その平均値として定めた。

4. 結果および考察

非定常透水係数の求め方としては、文献（1）と同じく、

$\beta^2 = \alpha Dm^2 / (4ta^2), \quad \beta^2 = kE / (1 - 2\gamma)w_0$

を用いることにした。ここで、 β^2 は拡散係数 (cm²/s) であり、 α は換算係数(175)、 t は時間、 Dm は浸透深さ、 k は透水係数 (cm/s)、 E はヤング率、 γ はポアソン比、 w_0 は浸透水の単位重量である。ところで、 a は浸透深さ Dm に相当する圧力が1kg/cm² であるとして求められる値であり、これまでの研究では1次元の理論解が用いられてきた。しかし、実験を行ったのは軸対称物体であり圧力分布が1次元的なとは考えられない。そこで、図-1に示すようにFEM解析を行って、 a の実験に対する解析値を求めることにした。この結果、本実験において1次元理論解によれば $a=1.36$ となるが、実際には $a=1.62$ であることがわかった。

そこで、実験より得られた浸透深さ Dm と時間 t を左上式に代入し、拡散係数を求めた。その結果を表-3に示す。そこには、別に求められた弾性率とポアソン比を用いて上右式より透水係数を求めた結果も示してある。各供試体について2回の異なる時間について行ったが、時間経過とともに拡散係数の低下していつていくことがわかる。

なお、透水試験の際の圧力分布を検討するために行った3次元BEM解析および核種の輸送方程式の解析によるコンクリートの格納性能の検討結果については紙面の都合により当日発表を行う。

5. あとがき：本研究は昭和63年度文部省科学研究費補助金一般研究（C）により実施されたものであることを記し、研究助成に謝意を表すものである。

参考文献：（1）初崎俊夫、川崎宏二、三浦 尚：低温液貯槽に用いるコンクリートの透気、透水性に関する基礎的研究、土木学会論文集、第384号・V-7、1987、63-72。

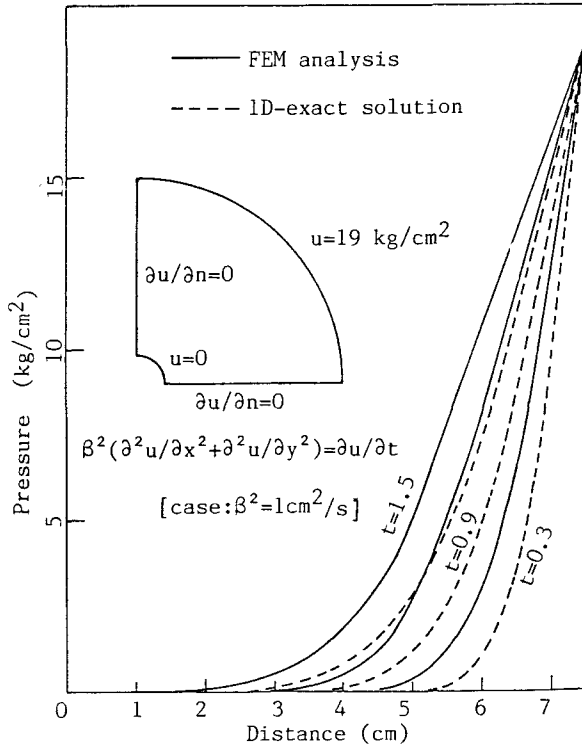


図-1 非定常圧力分布の解析結果

表-3 非定常透水係数

	Dm(cm)	t(hours)	β^2 (cm ² /sec)	$(1-2\gamma)/E$ (g/cm ²)	k(cm/sec)
AEC	1.67	24	5.37×10^{-4}	0.200×10^{-8}	1.07×10^{-12}
	3.50	240	2.36×10^{-4}		0.47×10^{-12}
SPR(1%)	1.25	24	3.01×10^{-4}	0.185×10^{-8}	0.56×10^{-12}
	1.80	240	0.62×10^{-4}		0.11×10^{-12}
SPR(2%)	0.50	24	0.48×10^{-4}	0.168×10^{-8}	0.81×10^{-13}
	0.85	148	0.23×10^{-4}		0.39×10^{-13}