

緩衝材原位置締固め工法の検討 - 膨潤圧試験 -

東京電力(株) 正会員 出口朗, 小野文彦  
 ハザマ 正会員 今井久, トシテュクフィオツ, 雨宮清

1. はじめに

緩衝材に要求される性能に、止水性、自己シール性がある。この性能を評価するためには緩衝材の膨潤特性（膨潤圧、膨潤量）が一つの指標となる。緩衝材を原位置締固め工法にて設置する際、緩衝材に要求される性能を満たす適切な材料配合（ベントナイト、ケイ砂、水）を把握し、締固め機器等を開発する必要がある。また、原位置締固め工法の模擬試験の実施に際しては模擬試験で作成された緩衝材の膨潤性能を評価する必要がある。このため本研究では、室内膨潤圧試験を実施し、材料配合と膨潤圧に関する基礎データの取得、締固め模擬試験試料の膨潤圧測定、膨潤圧試験の試験条件が試験結果に与える影響について検討した。

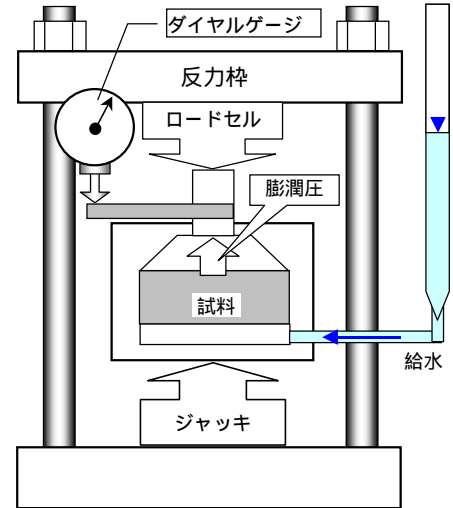


図1 膨潤圧試験器

2. 膨潤試験

(1) 試験概要

膨潤圧試験は所定のケイ砂混合率  $R_s(\%)$  (ケイ砂乾燥質量 / 全乾燥質量), 乾燥密度  $\rho_d$ , 含水量 (初期含水比  $w_0$ ) で室内で締固められ作成された試料, および原位置締固め模擬試験で締固められ採取された径 60mm×高さ 20mm の試料を対象に、側方拘束条件下で下方から水分を供給し、吸水に伴う試料高さ方向の膨潤圧を測定するものである。この試験では試料の吸水・膨潤にともない百分の数ミリオーダーの膨潤変位を生じる。膨潤変位は図1に示すダイヤルゲージで計測されるが、試験に際してはこの膨潤変位を 1/100mm 以下に抑えるよう図1に示すジャッキで制御した。

(2) 試料配合・試験条件

試験に用いた試料配合・試験条件を表1に示す。表1には配合・試験条件とともに試験結果である最大膨潤圧を各ケース2試料の平均値を示している。膨潤圧試験はケイ砂混合率  $R_s(\%)$ , 乾燥密度  $\rho_d$ , 初期含水比  $w_0$ , 拘束条件の組み合わせが異なる室内作成試料 case1 ~ case14 ケース (各ケース2試料), および原位置締固め模擬試験で締固められ異なる箇所から採取された試料3ケース (各ケース2試料) を実施した。ベント

表1 試験ケース

	珪砂混合率	乾燥密度	初期含水比	最大膨潤圧	記事・試験条件等
	$R_s(\%)$	$\rho_d(\text{Mg}/\text{m}^3)$	$w_0(\%)$	(KPa)	
室内作成試料					
case1	20	1.80	14.0	2885	
case2	20	1.70	17.7	1477	
case3	30	1.80	13.1	1915	
case4	20	1.60	21.2	763	
case5	50	1.80	13.5	737	
case6	30	1.60	20.7	530	
case7	30	1.70	18.2	488	
case8	30	1.75	16.7	686	
case9	30	1.75	10.0	988	$w_0 < w_{opt}$
case10	20	1.75	16.8	962	
case11	30	1.75	16.7	650	case8と同条件
case12	30	1.75	16.7	371	初期より変位設定
case13	30	1.75	16.7	1013	変位修正なし
case14	30	1.75	10.0	1313	$w_0 < w_{opt}$ , 変位修正なし
原位置締固め試験からの採取試料					
L2-3	30	1.75	16.7	979	
L2-4	30	1.75	16.7	834	
D-1	30	1.75	16.7	712	

高レベル放射性廃棄物, 緩衝材, 膨潤圧, ベントナイト, 室内試験

連絡先: 〒100-0011 東京都千代田区内幸町 1-1-1 TEL: 03-4216-4976 FAX: 03-3596-8562  
 〒305-0822 茨城県つくば市菟間西向 515-1 TEL: 0298-58-8813 FAX: 0298-58-8819

ナイトはクニゲルV 1 を用いた。ケイ砂は 3,4,5,6,7 号ケイ砂を同じ重量比で配合したものをを用いた。初期含水比は基本的に別途実施した締固め試験で得た最適含水比 ( $w_{opt}$ ) を適用した。

case1 ~ case8, case10 は最適含水比で締固めた試料のケイ砂混合率  $R_s(\%)$  と乾燥密度  $\rho_d$  の最大膨潤圧への影響を把握する試験である。case9 最適含水比よりも小さい初期含水比(10%)を設定した際の最大膨潤圧への影響を把握する試験である。case11 は case8 と同条件試験で、試験の再現性を把握する目的で実施した。

case12 は試料厚さ 20mm に対し, 1mm の膨潤を許容した際の最大膨潤圧を把握する目的で実施した。これは実際の処分の際, オーバパックと緩衝材の間の隙間を想定したものである。

case13,14 は試験概要で示した膨潤変位を 1/100mm 以下に抑えるようなジャッキによる制御を施さず膨潤変位を許容したケースである。case1 ~ case11 の試験ではジャッキによる膨潤変位制御により間隙水圧の上昇に伴う見かけ上の膨潤圧の上昇を生じ, 変位修正をする場合のほうが最大膨潤圧は大きくなる可能性が考えられる。このため, case13,14 では変位修正をせず, 変位修正した場合と比較するため実施した。

L2-3,L2-4,D-1 は原位置締固め模擬試験で締固められ異なる箇所から採取された試料である。

### 3. 試験結果

試験結果として図 2 に最大膨潤圧と乾燥密度, ケイ砂混合率の関係を示す。図 3 には  $R_s=30\%$ ,  $\rho_d=1.75 \text{ Mg/m}^3$  の試料で, 初期含水比の設定, 変位設定, 室内試験試料と原位置締固め模擬試験 (pit) 試料に関して試験条件の違いと膨潤圧の関係比較図を示す。これから試験条件に関して以下のことが示される。

- 最大膨潤圧は乾燥密度が大きいほど大きく, ケイ砂混合率が小さいほど大きい。
- case8・case11( $w_o=16.7\%$ ) と case9( $w_o=10.0\%$ ) の比較, case13( $w_o=16.7\%$ ) と case14( $w_o=10.0\%$ ) の比較から初期含水比が小さいと最大膨潤圧が大きい傾向がみられる。
- case8・case11 と case13, あるいは case9 と case14 の比較でから変位修正をしないほうが最大膨潤圧が大きい傾向がみられる。これは当初の想定と逆の結果であった。
- 原位置締固め模擬試験の試料は室内で作成した試料よりやや大きな膨潤圧を示しており, ここで実施した実規模の模擬試験の締固めにより施工された緩衝材がほぼ所定の性能を満足することが推察される。

### 4. おわりに

緩衝材の膨潤圧に関して室内試験を実施し, 配合, 試験方法, 実規模の原位置締固め模擬試験の試料について検討した。この結果, 最大膨潤圧に対する 配合(乾燥密度, ケイ砂混合率, 初期含水率) や 試験の膨潤変位修正方法を把握することができた。また, 今回実施した実規模模擬締固めが, 膨潤圧に関してほぼ所定の締固め性能を満足することが確認された。

【参考文献】 1) 小野文彦ほか: 緩衝材原位置締固め工法の検討 - 膨潤試験 -, 第 54 回年次学術講演会, 2000 2) 小野文彦ほか (投稿中): 緩衝材原位置締固め工法の検討 - 原位置締固め模擬試験 -, 第 55 回年次学術講演会, 2001

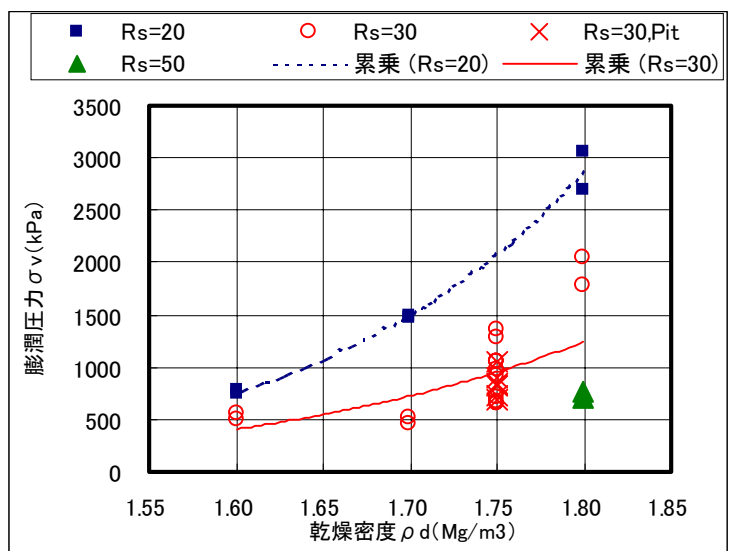


図 2 最大膨潤圧と乾燥密度, ケイ砂混合率

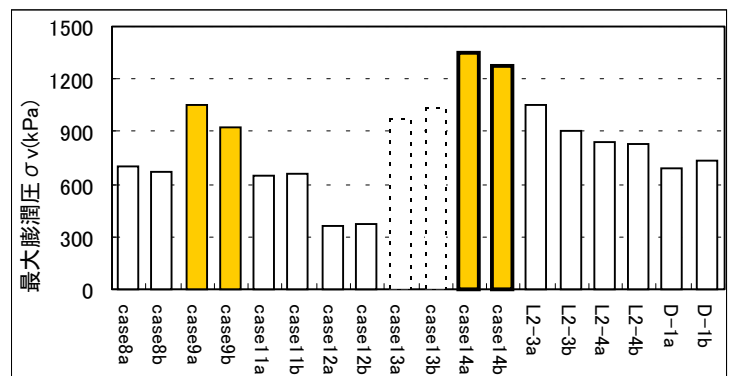


図 3 試験条件(拘束条件, 初期含水比, 許容変位)の最大膨潤圧への影響比較