

放射性廃棄物埋設施設に対するハイブリッド人工バリアの検討

清水建設（株）技術研究所 正会員 ○白石 知成

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物及びTRU廃棄物の埋設施設における課題として、埋設施設からの汚染地下水流量（施設通過流量）の低減があげられる。そのため現状では図1に示されるように、廃棄体層のまわりを低透水性のベントナイト系材料（外周充てん材）にて取り囲むことが考えられている。

また、スウェーデンでは図2に示すようなハイドロリックケージ（水理檻）と呼ばれる概念が埋設施設概念に取り入れられており、ハイドロリックケージが地下水の流動経路となるため、内側の地下水流量が少なくなることが解析的に示されている。¹⁾

本稿では従来の外周充てん材に対して、遮水性を期待する低透水性材料と、ハイドロリックケージ効果を期待する高透水性材料を組み合わせた新しい人工バリア構成（以下、「ハイブリッド人工バリア」と称す。）について提案するとともに、数値シミュレーション結果によりその有効性を検証する。

2. ハイブリッド人工バリアの提案

Shiraishi et al.(2001)²⁾は動水勾配、施設寸法、外周充てん材の透水係数と厚さが既知である場合の施設通過流量を推定する簡易計算法を提案したが、外周充てん材と施設通過流量には以下の関係がある。

- a. 施設通過流量は外周充てん材の透水性にほぼ比例する。
- b. 施設通過流量は外周充てん材の厚さにほぼ反比例する。

すなわち外周充てん材に着目すると、施設性能を向上（施設通過流量を低減）するためには、外周充てん材の透水性を小さくするか、厚さを厚くする必要があることになる。これは、施設性能向上のための外周充てん材に対する直接的な改善方法であると言える。ただし、外周充てん材の透水性能には限界があり、厚さの増加による対策は経済性の観点からは望ましいことではない。

これに対して、ハイドロリックケージは外周充てん材及びその内側の埋設施設を通過する地下水の動水勾配を緩和させる効果を有する間接的な方法であると言える。

国内において、ハイドロリックケージに関しては目詰まりによる長期的な健全性の維持に未知数があることから具体的な検討例はないのが現状のようである。

これらを基に、図3に示すような新しい人工バリアシステムを提案する。

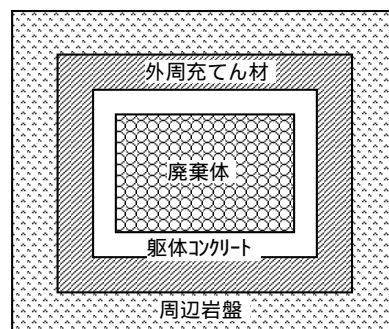


図1 埋設施設概念図

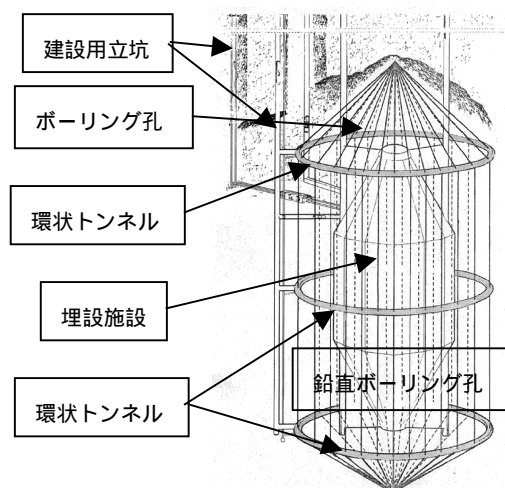
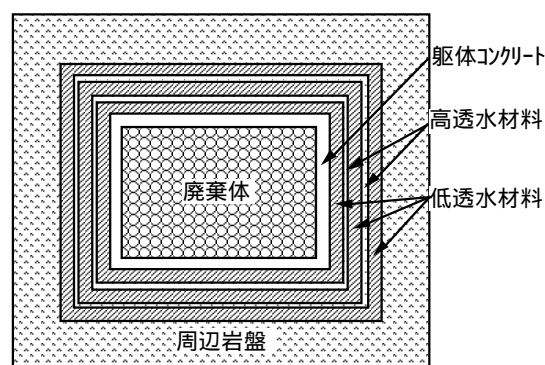
図2 ハイドロリックケージ概念図¹⁾

図3 ハイブリッド人工バリア概念図

キーワード：ハイブリッド、人工バリアシステム、ハイドロリックケージ、施設通過流量、数値解析

〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所 TEL(03)3820-5476, FAX(03)3820-5959

3. ハイブリッド人工バリアの効果

廃棄物埋設施設形態として、トンネル型施設を想定し、地下水流動が施設に直交する場合について、2次元FEMモデルによる地下水流動解析手法を用いてハイブリッド人工バリアの効果を検証することとした。

3.1 解析条件

図4に解析モデル図を示す。これは、動水勾配一定(3%)の一樣流れ場を想定し、H10m×W10mの埋設施設の周りに1mの人工バリアシステムを設置した場合を表している。

人工バリアシステムについては、図5に示すような4つの場合を想定し、各条件での施設通過流量により性能評価を行った。なお、施設通過流量の算出にあたっては、人工バリアシステムの内側(躯体コンクリート外側)面の節点における流入(流出)流量の合計から求めた。

3.2 解析結果

人工バリアシステムの部材厚が1mの場合について、図5に示した4つの部材構成案を採用した場合の施設通過流量の試算結果を図6に示す。

図6より、従来の概念である低透水性層が1層のみの場合に比較して、低透水性層が2重、3重となるにつれて施設通過流量はオーダー単位で減少することがわかる。前述のように既存の知見では、施設通過流量を1/1000にするためには低透水性材料の透水性を3オーダー小さくする必要があるが、ハイブリッド人工バリアシステムであれば、低透水性材料の透水性は変えることなく性能向上が期待できることになる。

また、低透水性材料の総量は高透水性材料との置換により低減されていることから、このシステムによれば従来よりも透水性が大きく、かつ少ない低透水材料で遮水性能を発揮する人工バリアシステムを構築できる可能性を示していると言える。

4. おわりに

本稿では、「ハイブリッド人工バリアシステム」に関する概念及び性能評価結果について示した。

今後、材料、施工法等の課題に対する実現可能性の検討を行いたい。

参考文献

- (1) NAK WP-CAVE PROJECT, Report on the Research and Development Stage May 1984 to October 1985, Boliden WP-Contech AB, SKN Report 16, November 1985.
- (2) Shiraishi et al. "Evaluation of groundwater discharge through nuclear waste repository", Clay Science for Engineering, Balkema, pp.347-352, 2001

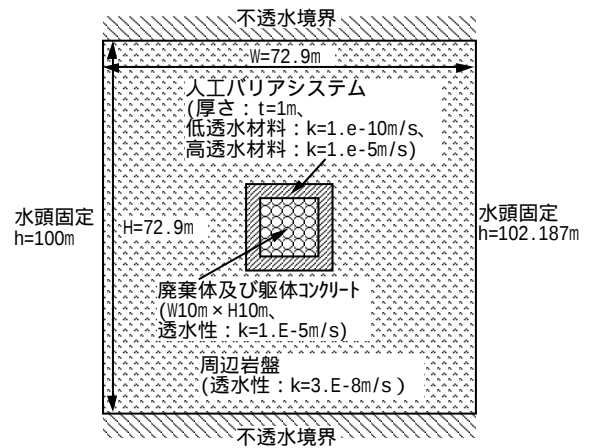


図4 2次元解析モデル図

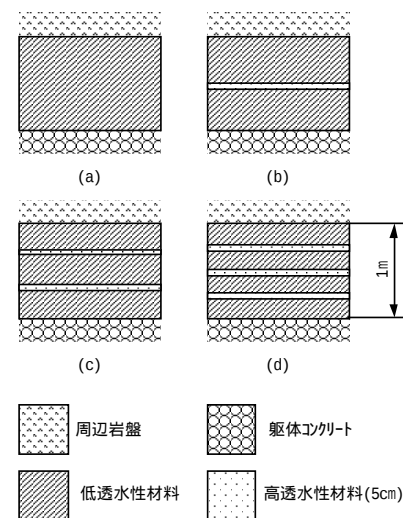


図5 人工バリアシステムの部材構成図

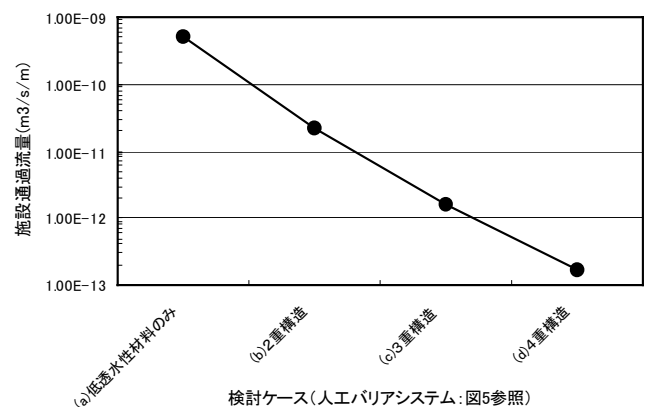


図6 施設通過流量算出結果