

## 中空円筒形RC構造物の水密性評価（その2） —採取コアの透水試験による複合透水性評価—

原環センター 正会員 藤原 愛・○三浦 律彦  
大林組 正会員 小西 一寛  
群馬大学教授 フェロー会員 辻 幸和

### 1. はじめに

処分システムの人工バリアとして、コンクリート構造物の透水性を評価するため、コンクリート構造物試験体の加圧注水実験を行ったが、透水は生じなかった。そこで、試験体の透水経路を推定し、そこから採取したコアの室内透水試験によりその透水性を測定し、両者を累積加算して初期透水係数を解析的に評価することとした。

### 2. コンクリート構造物試験体の透水経路推定

#### (1)試験体の概要

透水性を評価するコンクリート構造物試験体は、温度ひび割れ等の構造物レベルの透水経路が形成される可能性のある構築条件とするために、外径 6m、壁厚 1m、壁高 6m の中空円筒形の大型マスコンクリート構造物とし、水平打継目を設けた。また、ブリーディングに係わる透水経路が形成される可能性のある構築条件とするために、試験体には格子状鉄筋及びせん断補強鉄筋を設置した。



図-1 試験体側壁内のせん断補強鉄筋等の配筋状況

#### (2)透水経路の形状調査

透水経路は、コンクリート部のほかに調査の対象とする以下の止水欠陥部を想定した。

図-1 に示すように、試験体側壁のせん断補強鉄筋は D16 を 1m ピッチに 4 段配置した。そこで、側壁上・中・下段に設置したせん断補強鉄筋を含むコアを採取し、透水性を確認することにした。

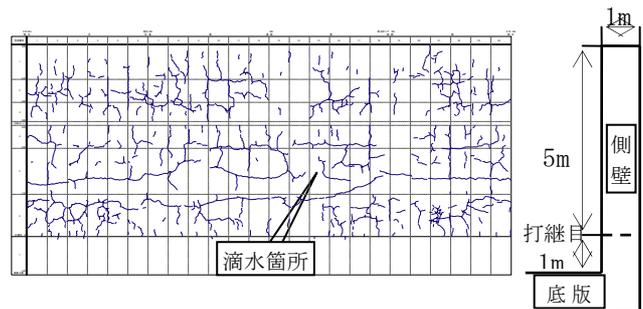


図-2 試験体内面のひび割れ分布調査結果

加圧注水実験において水平打継目は、実験 4 年目に試験体内側で上下方向に幅 0.2mm、深さ 200~340mm で全周に剥離しているのが発見された。そこで、試験体側壁の打継目を含む内側・外側かぶり及び中央の 3 層、円周方向に 2 試料の合計 6 箇所からコアを採取し、透水性を確認することにした。

加圧注水実験の開始から 4 年後、中空円筒形試験体側壁内側に、図-2 に示す表面ひび割れが発見された。ひび割れを調査した結果、平均幅は 0.1mm、格子状に平均間隔は 1.0m、ひび割れ深さは 110~140mm と測定された。

### 3. 採取コアによる各透水経路別の部分透水性測定

#### (1)コンクリート部

図-3 に示すように、コンクリート構造物試験体側壁各部からコンクリート部のコアを採取し、インプット法透水試験により部分透水係数を測定した。試料形状は  $\Phi 150\text{mm}$  で長さが 150mm であり、1MPa で 2 週間加圧注水後、割裂し浸透深さを測定した。試験体側壁コンクリートの透水試験後の浸透状況を、図-4 に示す。

その結果、外側かぶり部と中央部は透過することなく、浸透深さは外側かぶり部より中央部の方が大きく、下段より中段・上段の方が大きくなった。浸透深さが側壁の上に行くほど大きくなった理由は、ブリーディン

凡例大型試験体の透水性確認用コア  
 ■ : コンクリート部(3段×3層×2断面)  
 ■ : せん断補強鉄筋部(3段×中央×2断面)  
 ■ : 打継目部(打継目×3層×2断面)

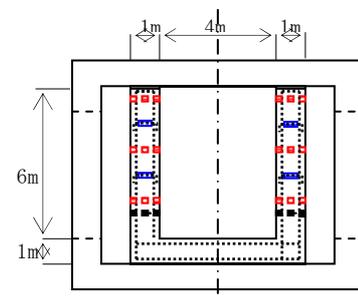


図-3 コンクリート構造物試験体コアの採取位置

キーワード: サイロ構造物, 透水経路, コア調査, 透水係数, 透水量係数

連絡先: 東京都港区虎ノ門2-8-10, (財)原環センター TEL03-3504-1081, FAX03-3504-1297

グによる影響が考えられる。一方、内側かぶりコンクリートは透過したが、図-5に示すように、透水係数の増加は1オーダー程度であった。

(2) 止水欠陥部

せん断補強鉄筋部はせん断補強鉄筋を含むコア、打継目部は内外かぶり部と中央部の打継目を含むΦ150mmのコアを採取した。透水試験は試験圧力0.25MPaのインプット法を基本とし、1週間で透過しなければ、割裂し浸透深さを測定した。1週間以内に透過すれば、透水側に湛水し透水量を測定するアウトプット法試験に変更した。

試験体側壁上・中・下段のせん断補強鉄筋部の透水量係数は、 $10^{-13} \sim 10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$  オーダとばらつきが大きかった。また、水平打継目のうち内側かぶり試料は、削孔前に剥離していたので低圧の定水位透水試験を行ったが、2試料の透水量係数は  $10^{-7}, 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$  オーダと大きくかつばらついた。これに対して、中央及び外側かぶり部の打継目では  $10^{-13} \sim 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$  オーダと小さく、ばらつきも少なかった。なお、側壁内側ひび割れの透水量係数は、平均ひび割れ幅0.1mmを3乗則に代入し  $9 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{s}$  と算定した。

4. 累加複合によるコンクリート構造物試験体の透水性算定

コンクリート構造物試験体は、図-6に示すように中央部にはせん断補強鉄筋、内側かぶり部には表面ひび割れが偏在し、貫通するもの様ではない水平打継目が存在することから、全体の透水性はFEM浸透流解析により評価すべきである。しかしここでは、試験体透水経路毎の換算透水係数を把握するために、並列と直列式により概略評価することにした。

透水経路別のコア透水試験から算定したコンクリート構造物試験体各透水経路の換算透水係数の平均値を、図-7に示す。その結果を直列と並列式により算定した側壁全体の透水係数は  $3.1 \times 10^{-13} \sim 3.4 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 、平均で  $2.2 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$  と評価された。この平均透水係数は、別途求めたコンクリート構造物全体への初期注水量により求めた平均透水係数  $2.0 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$  と同等になった。

5. まとめ

中空円筒形RC構造物試験体から採取したコアの透水試験による複合透水性評価手法は、試験体全体の初期平均透水性を解析的に評価する手法としておおむね妥当であることが確認できた。

あとがき：今回実施した中空円筒形RC構造物試験体の透水性評価が良好な結果となったのは、試験体が止水欠陥を抑制して構築でき、その透水経路を各々調査し部分透水性をほぼ実測できたためと考えられる。今後、RC構造物の初期透水性を事前に予測するには、1)コンクリートの透水性のばらつき、2)止水欠陥の形状評価、及び3)透水性評価に対する安全度などが検討すべき課題として残されている。なお、この研究は、経済産業省からの委託による「処分高度化システム確証試験」の成果の一部である。

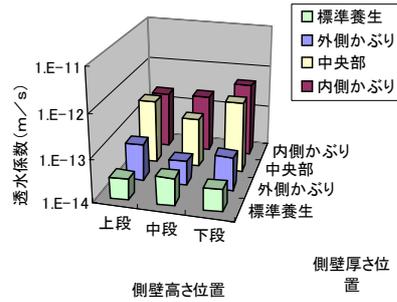


図-5 試験体側壁内の透水係数分布

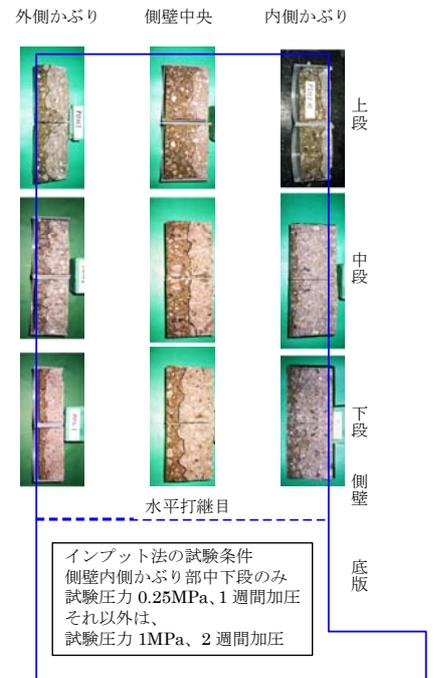


図-4 インプット法試験後の試験体側壁各部コアの浸透深さ分布状況

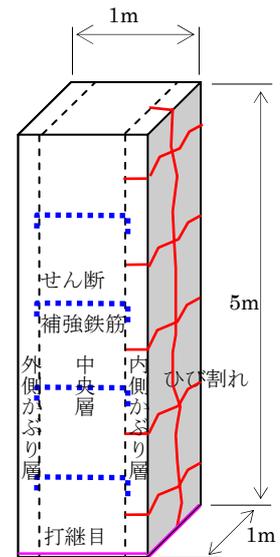


図-6 コンクリート構造物試験体の透水経路概念

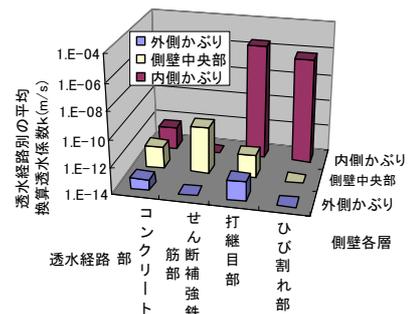


図-7 試験体透水経路毎の換算透水係数の概略評価