

III-B 384 通水機能を有する地下連続壁に関する基礎的検討（その1）

ー溝壁面に形成される泥膜の通水性改善についてー

大成建設 技術開発第二部 正会員 小原 直 正会員 白井直人
大成建設 技術研究所 正会員 檜垣貫司 正会員 樋口雄一

1. まえがき

近年、道路構造物や鉄道構造物等延長の長い構造物を構築する際、土留め止水壁として地下連続壁（以下、連壁と称す）を設置すると、地下水流を遮断してしまい、地下水の湧出や井戸涸れ等の問題を引き起こすことが報告されている。この問題に関し今までに、鋼製ストレーナー構造の目詰まり¹⁾や、腐敗性目詰め材を用いた泥膜の酵素による通水性回復に関する研究^{2) 3)}は為されているが、実際の土粒子で形成された泥膜の通水性改善に関する研究はまだ報告されていない。これに対し筆者らは、土留め止水壁としての機能と地下水を通過させる機能を併せ持つ連壁を構築する工法を考案し、泥膜の通水性改善方法について実験により確認したので以下に報告する。

2. 通水機能を有する連壁工法

本工法は、透水マットで地下水を集め通水管で下流側へ送り、再び透水マットで地盤へ復水する工法である（図-1）。通水管は二重管構造で、コンクリート打設時にコンクリートの圧力によって、透水マットと共にスライドして透水マットが地盤に密着するようになっている（図-2）。しかし、これだけでは通水機能を確保するには不十分で、連壁掘削時に溝壁面にできた難透水性の泥膜を処理して通水機能を持たせることが必要となる。そこで、泥膜の通水性を改善するため連壁コンクリート打設後、透水マット内に分解酵素溶液を満たし、泥膜の結合剤であるポリマー（CMC）を生化学的に分解させて泥膜を弱くさせた上、エアブロー及び地下水圧により逆圧力（泥膜形成時と逆向きの圧力、即ち透水マット内へ向かって地下水圧を載荷させる）を作用させて泥膜を物理的に破壊する方法を考案し、室内模型実験により効果の確認を行った。

3. 実験方法

3.1 CMC水溶液分解試験

中粘度、耐塩性のCMCで濃度0.4%の水溶液を作り、これに酵素（セルラーゼ：Aspergillus niger産生）を所定量添加した場合と添加しない場合の各々を、塩酸1規定溶液でpH5～6に調整し試料とした。この試料の粘性の経時変化をファンネル粘度計500mlで測定した。

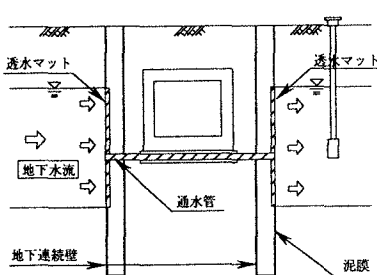


図-1 通水機能を有する連壁工法の概念図

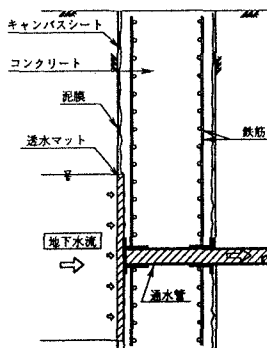


図-2 通水部構造図

3.2 泥膜通水性確認実験

実験装置を図-3に示す。砂層は6号珪砂（山形産、土粒子比重2.65、均等係数2.0）を使用し、 $\rho_s=1.55\text{g/cm}^3$ 前後に突き固めた。透水係数は、 $k_s=8.7\times 10^{-3}\text{cm/sec}$ 前後であった。安定液は、沖積シルト（土粒子比重2.64、液性限界71.6%、塑性限界35.7%）を水に溶き、沈殿した粒子分・貝殻等を除去し、所定の比重に調整した後、水に対する重量比2%のベントナイト（群馬産、250メッシュ）、0.4%のCMC（3.1項に同じ）を加え、比重1.10に調整し作製した。安定液の性質を表-1に示す。分解液は、酵素（セルラーゼ：3.1項に同じ）を所定量添加し

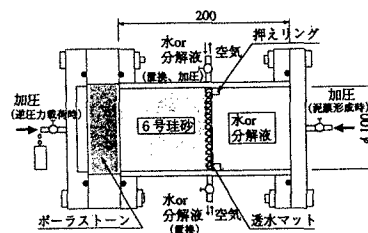


図-3 実験装置（透水マット設置後）

た水溶液を使用した。透水マットは、合成樹脂製で可撓性のあるものを用い、水又は分解液に接する面に、透水マット内を仕切るためのキャンバスシートを貼り付けたものを使用した。

実験手順は、①飽和砂層を形成し、安定液を入れ 0.2kgf/cm^2 の圧力で1昼夜加圧し泥膜を形成した、②中の安定液を排除し、泥膜の上に透水マットを置き、その上から 157kgf/cm^2 ($\approx 2\text{kgf/cm}^2$ ：コンクリート打設時圧力に相当)の荷重をかけ圧密した、③透水マットの外側に分解液を入れ、透水マット内の安定液を分解液と置換し、 0.2kgf/cm^2 に加圧し3日間静置した、④透水マット下部から一定量空気を送った後、砂層側から 0.3kgf/cm^2 の水圧をかけ、泥膜に逆圧力(形成時とは逆向きの圧力)を載荷してから、透水マット側から 0.2kgf/cm^2 の水圧をかけ排水量を測定した。実験ケースを表-2に示す。

4. 実験結果

4.1 CMCの酵素による分解

図-4は酵素(セルラーゼ)添加後のCMC水溶液の粘性の経時変化を、添加しない場合と対比して示している。両方共24時間で粘性が低下した後はあまり低下していないが、酵素を添加しない方は24時間でファンネル粘度が約2秒しか低下していないのに対し、酵素を添加した方は24時間で約7秒と添加しない場合の約3倍低下している。

4.2 泥膜通水性の改善

図-5は泥膜形成から逆圧力載荷後までの累積排水量の、図-6は同様に泥膜+砂層の透水係数の各々経時変化を示している。酵素、エアブロー、及び逆圧力載荷が泥膜の通水性改善に効果があること、中でも逆圧力載荷の効果が大きいことを示している。

5. 考察

酵素(セルラーゼ)がCMCの分解に対して有効であり、泥膜の通水性改善に対して効果があると考えられる。逆圧力載荷は地下水圧を利用して物理的に泥膜を破壊するもので、泥膜の通水性改善に対して最も効果が有り、泥膜+砂層の透水係数で 10^{-7}cm/sec から 10^{-4}cm/sec オーダーに改善することが判った(図-6 ケース3)。酵素は生化学分解により同様の透水係数で 10^{-7}cm/sec を 10^{-6}cm/sec オーダーに改善し、且つ、逆圧力載荷後の透水係数の低下を防いでいる(図-6 ケース1とケース2)。エアブローは泥膜に接する分解液又は水を動揺させ泥膜を弱体化し、逆圧力載荷後の同様の透水係数を数倍改善している(図-6 ケース2とケース3)。以上より、逆圧力載荷により泥膜+砂層の透水係数は、砂層の20分の1程度に改善され、酵素やエアブローの作用により更に1オーダー前後改善されること、3つの作用を合わせると砂層の50%程度まで回復できることが判った。

<参考文献>1)半野ら：通水機能を有する地中連続壁の検討、土木学会第50回年次学術講演会概要集Ⅵpp.612-613、1995
2)橋ら：酵素処理による泥膜の透水性回復法に関する研究(その1)、土木学会第46回年次学術講演会概要集Ⅲpp.946-947、1991
3)吉田ら：酵素処理による泥膜の透水性回復法に関する研究(その2)、土木学会第46回年次学術講演会概要集Ⅲpp.948-949、1991

表-1 安定液の性状

比重	1.10
pH	8.8
ファンネル粘度(秒)	46.6
ろ水量(cc)	10.0
泥膜厚(mm)	1.4

表-2 実験ケース

ケース	酵素	エアブロー	逆圧力
ケース1	有り	有り	有り
ケース2	無し	有り	有り
ケース3	無し	無し	有り

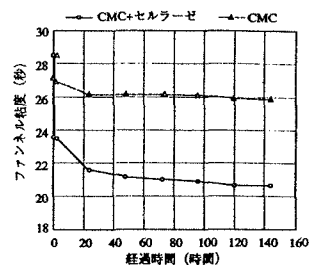


図-4 粘性の経時変化

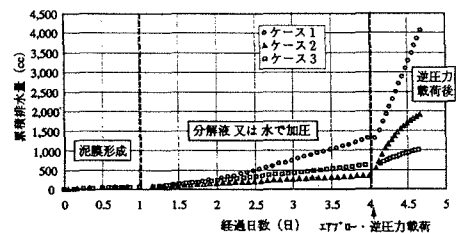


図-5 累積排水量経時変化

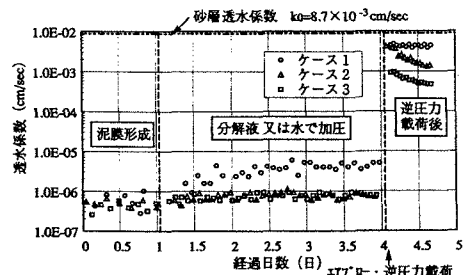


図-6 透水係数経時変化