

泥水工法における泥水管理に関する研究(第16報)

—ポリマー泥水における掘削混入土の効果—

喜田大三
川地武

Studies on Control of Slurry for Underground Excavation (Part 16)

—Effect of Intermixed Soil on Polymer Base Slurry—

Daizo Kita
Takeshi Kawachi

Abstract

In the previous paper, development of a polymer base slurry in place of bentonite slurry was described. This polymer base slurry has been used in a number of projects, and field studies on the properties of the slurry have been carried out. To analyze the data of field studies and clarify new problems encountered in the field, indoor experiments were systematically carried out. The following results were obtained:

- (i) Intermixing of excavated soil is necessary for improvement of the wall-building property of polymer base slurry and the minimum content of soil needed is 1%.
- (ii) This slurry loses wall-building properties on intermixing of cement, but does not show gelation as does bentonite slurry and shows far more cement-resisting property than bentonite slurry.
- (iii) After storage for a long time, the wall-building property and viscosity of this slurry is decreased. These phenomena are attributed to hydrolysis of the polymer by micro-organisms contained in the intermixed soil.

概要

前報においてベントナイト泥水に代る新しい泥水としてポリマー泥水を開発し、すでにいくつかの現場で実用化している。現場においてポリマー泥水の性状に関して調査を行なっているが、その結果を解析するために、また実用化の段階で新たに生じた問題点を解明するためカルボキシルカンのポリマー泥水について系統的な室内実験を行ない、以下の結果を得た。

(i) ポリマー泥水がすぐれた造壁性を示すためには掘削土の混入が不可欠であるが、その量は1%前後でよく、また砂質土でもよい。また、ポリマーが最低0.1%含まれれば掘削土の種類を問わず、すぐれた造壁性を示す。

(ii) ポリマー泥水はセメントの混入によって造壁性が低下するが、ベントナイト泥水のようなゲル化はしない。ポリマー泥水はベントナイト泥水に比べて耐セメント性が高く、耐セメント性はポリマーと混入掘削土の比(P/S)に支配される。

(iii) ポリマー泥水は長時間放置すると造壁性、粘性が低下するが、これは土中の微生物によるポリマーの加水分解による。

(注記) ポリマー泥水工法は特許出願中である。

1. まえがき

都市市街地を中心に、土木・建築工事に泥水工法が採用されてすでに10年以上を経過したが、本工法の持ついくつかの問題点も解決される傾向にあり、今後さらに本工法の適用範囲がひろげられて行くものと思われる。本工法では地盤掘削時にベントナイトを6~12%の濃度で水に懸濁させ、必要に応じて各種の添加剤を加えたベントナイト泥水が使用される。そして、泥水による掘削はベントナイトの有する特徴的な性質、

例えば高い膨潤性、微粒子性あるいは塩基交換性などによって可能とされてきた。

ところが、最近になって泥水の主材料であるベントナイトの不足が深刻化し、低品質のベントナイトや高価な外国産ベントナイトの使用をも余儀なくされる事態に至っている。したがって、低品質のベントナイトの改良や従来のベントナイトのより経済的な使用法の検討も必要であるが、ベントナイトを他の材料に代替することの可能性についても検討の必要があろう。

そこで、筆者らは泥水工法におけるベントナイト泥

水の機能と性質を改めて検討した結果、ある種の水性有機高分子がベントナイトに代って利用することができることを前報¹⁾において明らかにし、ポリマー泥水を開発するとともに、現場における実施例をも紹介した。そして、ポリマー泥水は粘性土、砂の地盤で実用化され、これらの現場ではポリマー泥水による掘削壁面の安定が確認され、泥水の転用回数がベントナイト泥水の場合の2倍以上になることなどポリマー泥水のすぐれた点が実証されている。その他、泥水の混練作業の能率が向上し、掘削の際のバケットの上下作業がスムーズになり、鉄筋そう入作業が容易になり、またコンクリート打設作業の能率が向上したことなどがポリマー泥水の利点としてあげられる。これらの現場においては泥水の性状についても調査しており、その結果は後日、別に報告する予定である²⁾。

さて、現場泥水の性状調査の結果を解析するに当たり、ポリマー泥水に掘削土やセメントが混入した際の挙動あるいは一部の現場で見られた夏季におけるポリマー泥水の変質現象の原因と対策などについて、室内実験による系統的な検討を行なった。その結果、興味ある事実が判明したので報告する。なお、本報告の内容の一部はすでに第9回土質工学研究発表会³⁾において発表している。

なお、ポリマー泥水工法は特許出願中である。

2. 実験方法

2.1. 供試材料

ポリマー：カルホキシグルカン、DP=500、DS=0.6、粘度27.9cp(1%)

ベントナイト：群馬県産 250メッシュ

分散剤：ヘキサメタリン酸ソーダ

土：いずれも泥水工場現場で採取した掘削土で、その性状を表一に示す。なお、これらの土は湿潤状態のまま供試した。

| 試料土 | 含水比 % | 粒 径 分 布 % | | | | * 表面積 m ² /g | 含有粘土鉱物 |
|-----|-------|-----------|-------|--------|------|-------------------------|------------------|
| | | ~2μ | 2~20μ | 20~74μ | 74μ~ | | |
| 粘土 | 107.8 | 39.1 | 40.9 | 14.0 | 6.0 | 57 | ハロイサイト イライト |
| シルト | 28.2 | 23.0 | 44.5 | 29.0 | 3.5 | 23 | ハロイサイト クローライト |
| 砂 | 34.5 | 4.2 | 2.1 | 5.8 | 87.9 | 9 | |

*グリセロール法⁴⁾による。

表一 供試土の性質

2.2. 泥水の作成

まず、ポリマーを家庭用ミキサーで水に溶解し、一夜放置後、湿潤土を家庭用ミキサーで混入し、さらに一夜放置後測定に供した。セメントを混入させる場合

には、このポリマー泥水にセメントを加えて同様に混練した。

2.3. 測定項目と方法

i) 造壁性：API規格の加圧汙過試験器により、加圧条件 3kg/cm²、30分の汙過水量を測定し、脱水量(m^l)として表示した。

ii) 粘性：API規格のファンネル粘度計(500/500ml)によって流下時間を測定し、ファンネル粘度(sec)で表示した。

iii) 耐セメント性：泥水にセメントを0.5~6%加えたのち、造壁性を測定し、脱水量が20ml、50mlを越える点のセメント混入量を限界セメント混入量(%)として表示し、耐セメント性の指標とした。

iv) ポリマー濃度：一部の試料の汙過試験で得られる汙液について、重クロム酸比色法⁵⁾によりポリマー濃度を定量した。

v) pH：ガラス電極法による。

3. 実験結果と考察

3.1. ポリマー泥水におけるポリマーと土粒子の作用

ポリマー泥水においては泥水中に混入する疎水性の土粒子を水性のポリマーによって親水化するのであるが、土粒子を親水化して有効なポリマー泥水とするには、どの程度のポリマーが必要とされるかについてまず検討し、その結果を図一に示した。この図で混入土の濃度を5%としたのは、現場における平均的な混入量が5%内外であるからである。

図一の結果によれば、ポリマーの含まれない土の懸濁液は、混入土が粘土の場合でも脱水量が100ml以上となり、不透水性の泥膜を形成することはできない。ところが、これにポリマーが加えられるとポリマー濃度がわずか0.0625%でも、すでに脱水量は大幅に低下し、造壁性が著しく改善される。この傾向は混入土の種類に関係なく見られ、ポリマー濃度が0.125%の場合には混入土による差異は全く認められない。このように極めて少量のポリマーの存在によって造壁性が著しく改善されるけれども、ポリマー単独では十分な造壁性は期待できないので、すぐれた造壁性を示すにはポリマーと土粒子が共存することが不可欠の条件と言える。なお、図から明らかなように、ポリマー泥水ではポリマーを過剰に加えても造壁性の一層の向上はないので、後述するように耐セメント性を考慮しないのであれば、0.1%前後のポリマー濃度で充分と言える。

ところで、ポリマー泥水をベントナイト泥水と比較すると顕著な差異が認められる。すなわち、図一に

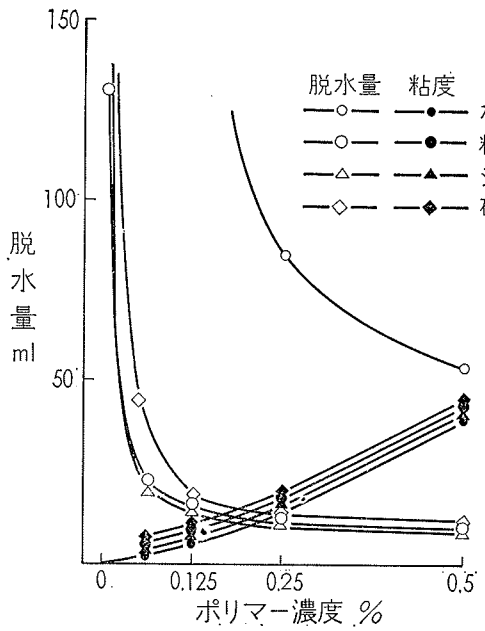


図-1 ポリマー泥水におけるポリマー濃度の効果 (混入土5%)

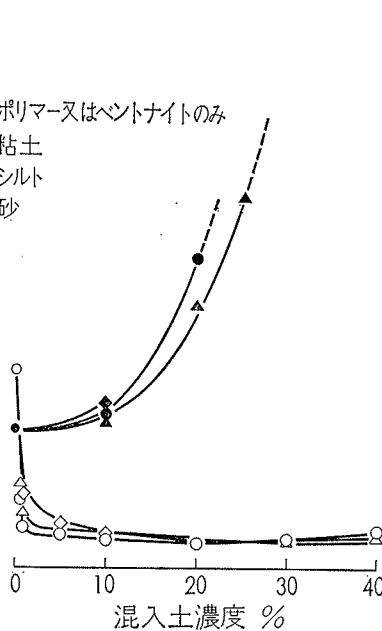


図-2 ポリマー泥水における掘削土の効果 (ポリマー 0.5%)

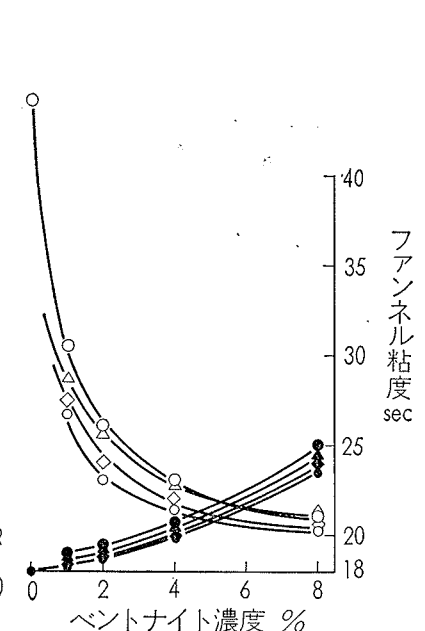


図-3 ベントナイト泥水におけるベントナイト濃度の効果 (混入土5%)

ベントナイト泥水について、図-1と同様の図を示したが、ベントナイト泥水ではベントナイト単独の泥水が最もすぐれた造壁性を示し、混入する土は造壁性を低下させる。また、脱水量はベントナイト濃度8%まで徐々に減少しており、ベントナイト濃度は高ければ高い程好ましいと言える。これらの事実はポリマーとベントナイトの作用の根本的な差異を示している。

なお、ポリマー泥水の粘度はポリマー濃度の増大につれて上昇し、いずれもポリマー溶液の粘度と大差がない。この点はベントナイト泥水と変らない。

次に、ポリマー泥水にとって掘削土の混入が不可欠なことは上述の実験結果からも明らかであるが、ポリマー泥水がすぐれた性能を示すのに必要とされる掘削混入土の種類と濃度について検討した。結果を図-2に示したが、ポリマーのみの溶液では50ml以上の脱水量を示すものが、わずかの土の混入によって著しく改善される。この傾向は混入土の種類を問わず認められるが、十分な造壁性を示すのに必要とされる混入量は粘土、シルトで0.5%、砂で1%である。この程度の掘削土の混入は掘削する土質を問わず期待でき、例えばある粘性土地盤における掘削では最低の混入土濃度が約6%、砂質地盤では約1%であった。なお、これらの土が5%も混入すれば脱水量は平衡値に達し、30%も混入すると脱水量がやや多くなる傾向さえ認められる。しかし、このように多量の掘削土が泥水中に混入することは通常の地盤では考えられず、上述の粘性土地盤の掘削の際にも、掘削土混入量の最大値は15

%であった。

一方、泥水の粘度は混入土濃度の増大につれて上昇し、例えば粘土、シルトでは25~30%の混入でファンネル粘度が40秒以上となり、また多量の砂を添加すると粘度計に粒子がつかまって正確な測定ができない。

さて、ポリマー泥水においてはポリマー単独あるいは混入土単独では効果的ではなく、両者が共存する場合に顕著な効果を示すことが判明した。そこで、最も効果的な両者の比率が存在するものと考え、図-4に混入土が粘土の場合について、土とポリマーの濃度の比(S/P)に対して脱水量をプロットした。この図によれば、脱水量とS/Pとの関係から三つの領域に分割することができる。すなわち、S/Pの増大につれて脱水量の低下する領域、S/Pの値にかかわらず脱水量が一定の領域およびS/Pの増大につれて脱水量の増大する領域の三つである。これらの三領域に分割されるS/Pの値はポリマー濃度とは関係ないようであり、各々S/Pが8および30前後である。このように三領域に分

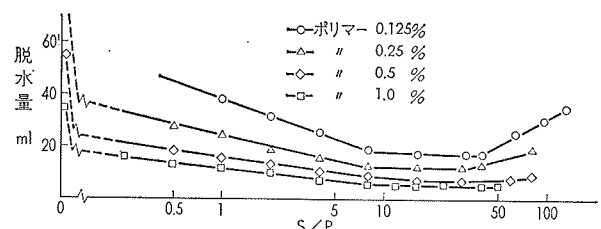


図-4 土とポリマーの比(S/P)による脱水量の変化

割される意味については後述するが、いずれにせよ、ポリマー泥水においてはS/Pが8~30の範囲にあるように管理することが必要であろう。なお、当然のことであるが、脱水量の値はS/Pの値とともに、ポリマーの濃度によって異なり、同一のS/P値であればポリマー濃度の低いものほど大きくなる。したがって、ポリマー泥水はS/Pだけでなく、ポリマー濃度も管理する必要がある。また、境界となるS/Pの値は混入土の種類によって当然異なると思われる。

そこで、ある現場における掘削孔内泥水について脱水量とS/Pの関係を求めたところ、図-5に示すように、S/Pは1~50の範囲にあり、脱水量は大部分が20ml以下であった。そして、脱水量とS/Pの関係が図-4に比べて、やや低いS/Pの側に平行移動したような傾向にある。これは、現場泥水中の混入土粒子が、今回の実験で供試した土(粘土)より微細な部分が多いことを示すのかも知れない。

ところで、ポリマー泥水の性能がS/Pと関係づけられることは、ポリマー泥水においては混入した土粒子とポリマーとの間に相互作用が存在することを示唆している。

そこで、ポリマー泥水を加圧濾過した際の濾液中のポリマーを定量したところ、濾液中には僅かなポリマーしか存在せず、図-6に示すように大部分が土粒子に吸着されていることが判明した。

これは、ポリマー泥水

においては混入した土粒子がポリマーと複合体を形成していることを意味しており、この複合体の性状がポリマー泥水の性能を支配するものと思われる。すなわち、ポリマー単独の場合にはポリマーの粒子径が0.25 μ 前後であるので、濾過試験の際には濾紙(No. 4)の間隙径0.6 μ より小さく、このためかなりのポリマーが濾紙を通過するのに対し、土粒子と複合体を形成したポリマーは土粒子と共に行動するので、この濾紙を通過せず、脱水量は僅かとなる。一方、土粒子のみの

懸濁液は土粒子の径が大きく、また完全な分散状態にもないので、形成される泥膜の間隙径が大きく、このため脱水量も多くなる。

さて、土粒子とポリマーの複合体に関しては、古くから農学の土壌学の分野で研究されており、著者の一人、喜田はこれを総説⁶⁾しており、最近でもベントナイトとたん白質⁷⁾あるいは多糖類⁸⁾との反応が報告されているが、今回の実験のように、砂質土を含めて粗粒子分散系においてもポリマーとの複合体が形成されることを報告したものはない。このようにして形成された土粒子・ポリマー複合体において、ポリマーは疎水性の土粒子表面を被覆して親水化していると思われるのでこの被覆層の厚さを試算してみた。すなわち、供試した土(粘土)の表面積を57m²/g、ポリマーの真比重を1.50とすると、S/Pが8の時に14.6Å、S/Pが30の時には3.9Åとなる。これは土粒子における水膜の厚さ10Åに匹敵する値である。ポリマーは高い水和性を有しているため、土粒子を被覆したポリマーの厚さはさらに大きくなっているものと思われる。このように、土粒子・ポリマー複合体における被覆層の厚さは無視できないものであり、これがポリマー泥水の性状と関係していると思われる。特に、前述の脱水量とS/Pとの関係でP/Sが8と30の点を変曲点となったことは、被覆層の厚さが14.6Åから3.9Åの範囲において最も良好な泥膜を形成していることを意味しており、今後さらに詳細に検討する予定である。

3.2. ポリマー泥水のセメントによる変化

ポリマー泥水を用いた施工例で、泥水の転用回数が従来のベントナイト泥水の現場の2倍前後に及ぶことをまえがきで述べたが、これは後日報告するように、コンクリート打設の際の泥水の劣化が少ないことも原因となっている。すなわち、コンクリート打設の際にセメント成分が混入するものの、造壁性の低下がわずかであり、ゲル化することもなかった。

そこで、ポリマー泥水におけるセメント混入による変化について詳細な検討を行なった。混入土を粘土とした場合の例を図-7に示すように、ポリマー泥水もベントナイト泥水と同様、セメントの混入によって造壁性が低下するが、例えば脱水量が20mlを越える点のセメント混入量は、混入土の濃度やポリマー濃度によって異なるが、ベントナイト泥水より高くなる。また、粘度変化の例も図示したが、ポリマー泥水においてはベントナイト泥水に見られるような粘度の著しい増大は認められず、いわゆるゲル化は起らない。

さて、図-7を詳細に検討すると、セメントの混入によって脱水量が急激に増大する際のセメント混入量

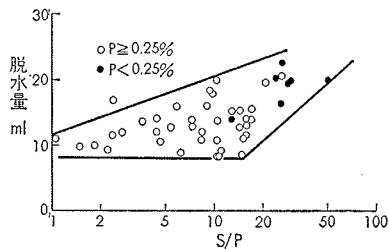


図-5 掘削孔内泥水の脱水量とS/Pとの関係の一例

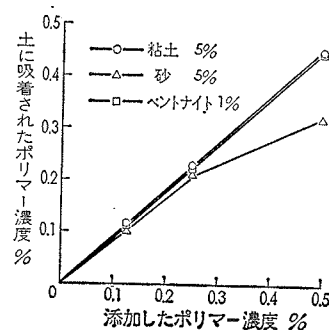
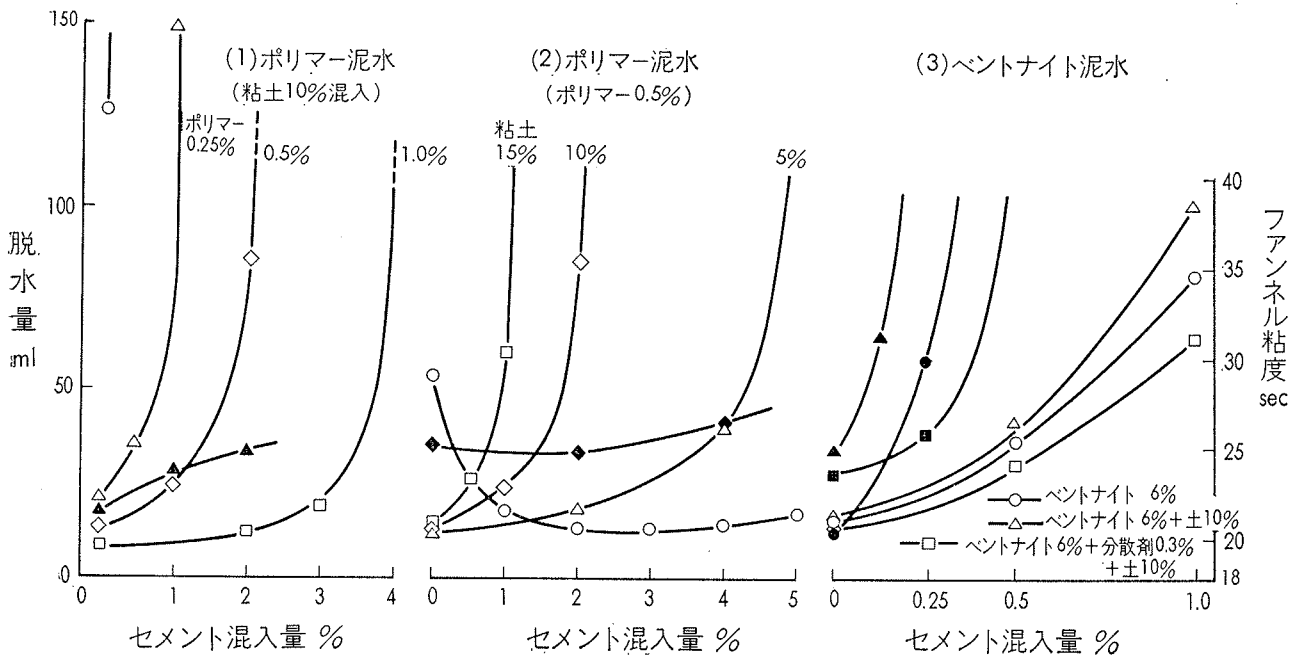
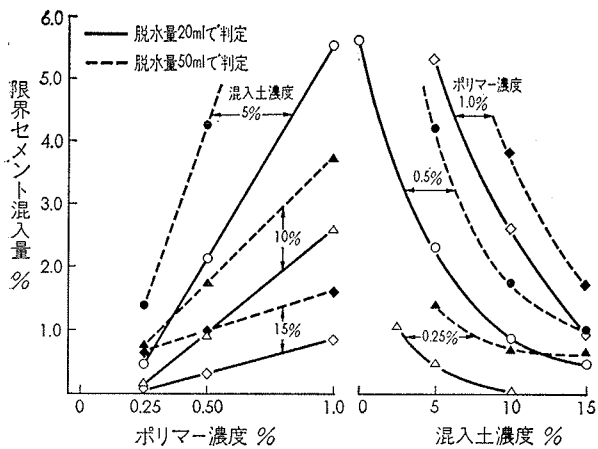


図-6 混入土によるポリマーの吸着



図一七 ポリマー泥水及びベントナイト泥水のセメント混入による変化 (黒く塗りつぶしたのは粘度)

は、ポリマー濃度の高い泥水ほど、また混入粘土量の少ないほど大きな値となっている。そこで、脱水量が20ml および 50ml をうわまわる点のセメント混入量

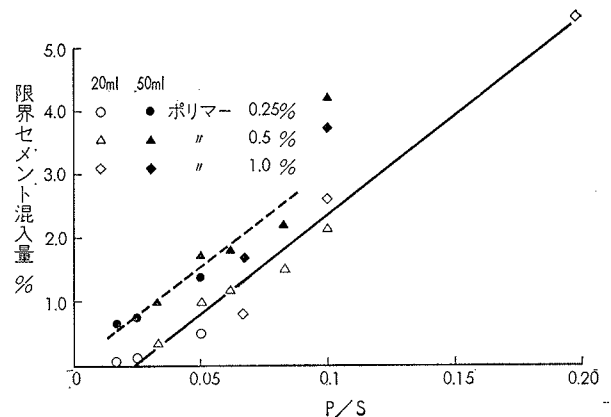


図一八 耐セメント性に及ぼすポリマー濃度、混入土濃度の効果

(限界セメント混入量という) によって耐セメント性を表示し、これとポリマー濃度および混入土濃度との関係を図一七から求めると、図一八が得られる。この図によれば、ポリマー泥水の限界セメント混入量はポリマー濃度に比例し、混入土の濃度に逆比例する。したがって、ポリマー泥水の耐セメント性を向上させるには、ポリマー濃度は高く、また掘削土の混入量は少なくなるように管理する必要がある。なお、図一七によれば、ベントナイト泥水の限界セメント混入量は0.2% (脱水量20ml)、0.6% (脱水量50ml) であるが、

これに相当するポリマー泥水は、混入土が10%の場合ポリマー濃度0.2~0.3%となる。

さて、ポリマー泥水の耐セメント性がポリマー濃度と混入土の濃度の両者に影響されるということから、3.1 に述べたように、土粒子・ポリマー複合体の性状が耐セメント性にも関係することが予想される。そこで、限界セメント混入量をポリマー濃度と混入土濃度の比(P/S) に対してプロットしたところ、図一九に示すように、ほぼ直線の関係が得られ、ここではポリマー濃度による差異はほとんど無視しうようになる。ここで、P/S は前述のS/P の逆数であり、土粒子・ポリマー複合体におけるポリマー被覆層の厚さの指標となる。したがって、ポリマー泥水の泥水の耐セメント性は複合体におけるポリマー被覆層の厚さに比例すると言える。



図一九 限界セメント混入量と P/S の関係

なお、セメントによるポリマー泥水の劣化は一種の塩類凝集と考えることができるが、水溶性ポリマーで親水化された疎水性コロイドが塩類による凝集に対して高い抵抗力を示すことは従来から知られている⁹⁾。今回の実験の結果、土粒子・ポリマー複合体のセメントによる凝集に対する抵抗力がP/Sと直線関係となった点については、今後さらに詳細に検討する必要がある。そして、検討結果によってはセメントによって全く劣化しない泥水を作ることも可能になるかも知れない。

3.3. ポリマー泥水の変質

まえがきにも述べたように、夏季に施工した現場では泥水が黒味を帯び、腐敗臭を発生した。これは、ポリマー泥水が特別な条件の下では変化することを示唆するものである。すなわち、この泥水では酵素作用で分解し易いと言われるグルカンを使用しており、前述の実験の過程でも長時間室温に放置したポリマー泥水が異臭を発生し、また色調も変化し、変質の生じていることが予想された。そこで、ポリマー泥水の変質現象を解明するために、泥水を15°Cおよび25°Cの恒温室に養生し、その性状の経時的な変化を追跡した。その際の測定項目としては、脱水量、粘度、pH および汙濁試験の際の汙濁液中のポリマー濃度を採用した。

その結果の一例を図-10に示すように養生温度が25°Cの場合には、いずれの泥水も数日後から脱水量の増加が認められ、特に当初から脱水量の大きいポリマーのみの溶液で増加が早く開始し、増加程度も大きい。また、土の混入した泥水では土の混入量およびポリマー濃度によって、

脱水量の増加開始時間および増加程度が異なり、ポリマー濃度が低く、混入土量の多いものでは、養生後5日で増加が始まり、25日後には当初の3倍以上の脱水量となる。逆に、ポリマー濃度が高く、混入土量の少ないものでは増加の開始が遅れ、また25日後の脱水量の増加程度も大きくない。

他方、泥水の粘度の変化は脱水量の変化とは異なり、養生直後から粘度の低下が始まり、脱水量の増加が始まる時期にはほぼ平衡値となるが、ポリマー溶液の場合にはやや異なる挙動を示している。また、pH は表-2に示すように中性を示し、養生後もほとんど変化しない。

なお、混入土が砂の場合については表-2に示したが、脱水量の増大および粘度の低下は粘土の場合と同様に生じており、特にポリマー濃度の低いもので顕著である。

一方、養生温度が15°Cの場合、表-2に示したように、25°Cの場合に比べて脱水量の増大は余り顕著ではない。すなわち、混入土として粘土が混入した場合の例を示したように、ポリマー濃度、混入土濃度ともに

| No. | 泥水組成 % | | | 養生温度 °C | 脱水量 ml | | ファンネル粘度 sec | | pH |
|-----|--------|------|------|---------|--------|------|-------------|------|------|
| | ポリマー | 混入土 | 変動剤 | | 混練直後 | 25日後 | 混練直後 | 25日後 | |
| 1 | 0.25 | 粘土 5 | — | 25 | 12.5 | 40 | 23.0 | 20.0 | 6.70 |
| 2 | " | 粘土15 | — | " | 17.0 | 65.0 | 24.0 | 20.0 | 6.72 |
| 3 | 0.5 | 粘土 5 | — | " | 9.0 | 28.0 | 28.4 | 20.0 | 6.92 |
| 4 | " | 粘土15 | — | " | 9.0 | 55.0 | 31.0 | 20.4 | 6.85 |
| 5 | 0.25 | 砂 5 | — | " | 14.0 | 41.5 | 22.4 | 18.0 | 7.10 |
| 6 | 0.5 | 砂 5 | — | " | 10.0 | 26.0 | 28.0 | 20.0 | 6.85 |
| 7 | 0.5 | — | — | " | 45.0 | 226 | 28.0 | 20.0 | 7.00 |
| 8 | 0.25 | 粘土15 | 0.06 | " | 17.0 | 23.0 | 24.0 | 23.9 | 6.80 |
| 9 | 0.5 | — | 0.06 | " | 45.0 | 62.0 | 28.0 | 27.3 | 7.00 |
| 10 | 0.25 | 粘土 5 | — | 15 | 12.5 | 12.5 | 23.0 | 22.0 | 6.60 |
| 11 | 0.5 | 粘土15 | — | " | 9.0 | 17.0 | 31.0 | 20.4 | 6.40 |
| 12 | 0.5 | — | — | " | 45.0 | 200 | 28.0 | 25.0 | 6.58 |

表-2 各泥水の養生前後の性質

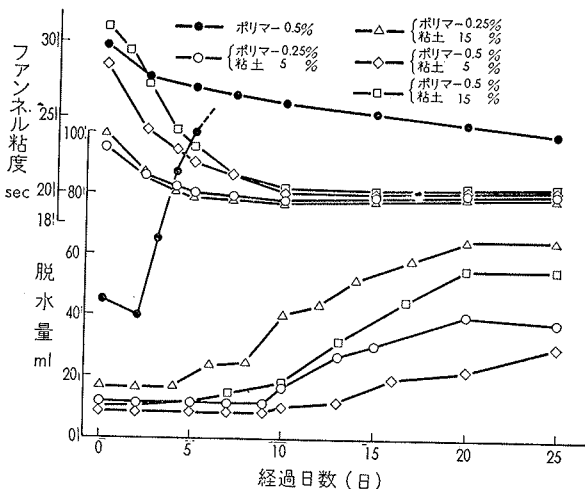


図-10 ポリマー泥水の放置による造壁性、粘性の変化(25°C)

低い場合、脱水量の増大はほとんど見られず、混入土濃度が高くなると25°Cの場合ほど顕著ではないが、脱水量は増大している。また、ポリマーのみの溶液では25°Cの場合と同程度の増加が見られる。なお、粘度の低下はいずれの泥水においても25°Cの場合と同程度に認められる。したがって、15°Cの場合には、ポリマー泥水の極端な造壁性の低下はないものの、やはり変質は生じていると言えよう。

ところで、以上に述べた温度の影響は現場においても認められ、夏季に施工された現場では、10日前後を経過すると変質が顕著に認められ、腐敗臭を発生するとともに、脱水量も60ml前後にまで増大するのに対し、秋から冬にかけて施工された現場では工事期間中を通じて目立った変質は認められなかった。

さて、以上の実験結果からポリマー泥水が放置すると変質することが明らかとなったが、この変質の原因を解明するため、汙過試験の際に得られる汙液中のポリマーを定量し、全体のポリマーのうち汙液部に検出されるポリ

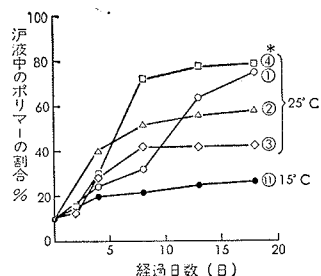


図-11 養生に伴う汙液中へのポリマーの流失 (*表-2の試料No.)

マーの割合を算出し、図-11に示した。この図から明らかのように、当初は土粒子と複合体を形成して、汙液中にほとんど流出してこないポリマーが、養生日数の経過とともに汙液中に流出し、例えば No. 4は25°Cで18日後にポリマーの80%が汙液部に移行している。この汙液部への流出は15°Cでは顕著なものではない。これらの結果は、高温側では養生日数の経過とともに土粒子・ポリマー複合体のポリマーが離脱し、低分子化していることを示唆し、一種の加水分解が起っていると云える。

ところで、ポリマーは酸あるいはアルカリによって、また酵素作用によって加水分解されると言われている。今回の実験は pHが6~7の中性条件下で行なわれているため、酵素作用による加水分解が主体であると思われる。そこで、酵素作用によるものならば、その酵素は空気中あるいは混入土中の細菌などの微生物に由来すると推定し、酵素作用を阻害する変質防止剤を泥水に添加し、25°Cで養生した。その結果、表-2に示すように、脱水量の増加がかなり抑制され、また粘度の低下もほとんど認められなくなった。したがって、ポリマー泥水の変質はポリマーに含まれる不純物や空気中および混入土中の細菌などの酵素作用にもとづくポリマーの加水分解によるものである。なお、変質防止剤を添加した地盤掘削泥水については特許出願中である。

さて、前述のように土の混入したポリマー泥水における変質は、ポリマー濃度が低く、混入土の多いものほど早く開始し、また脱水量の増加程度も大きい。したがって、ポリマー泥水の変動が3.1. および3.2. で述べた造壁性や耐セメント性と同じくポリマーと混入土の存在割合に支配されることが推察される。そこで、脱水量が20mlを越える点の養生日数を混入土濃度とポリマー濃度の比(S/P)の対数に対してプロットしたところ、ほぼ直線となり、S/Pの大きい泥水ほど変質が早く始まることが判明した。この事実は、造壁性や耐セメント性と同じく変質に対する抵抗性も、土粒子

・ポリマー複合体におけるポリマー被覆層の厚さに関係していることを示唆しており興味深い。

4. まとめ

前報に報告したように、ベントナイト泥水に代る新しい泥水としてポリマー泥水を開発し、いくつかの現場において実用化した。施工現場における泥水の性状調査の結果を解析し、また新たに発生した問題点を解明するため、カルボキシグルカンのポリマー泥水について、各種の土およびセメントの混入した場合の特性を中心に系統的な室内実験を行なった。その結果、このポリマー泥水のいくつかの特徴は混入する土粒子とポリマーの結合した、土粒子・ポリマー複合体の特質によるものであり、土粒子との相互作用の顕著でないベントナイト泥水とは根本的に異なるものであることが判明した。以下に得られた結果を要約する。

- i) 現場泥水では5%前後の掘削土が泥水中に混入するが、その際のポリマーの最低必要濃度は、混入土の種類によってやや異なるが0.1%前後である。
- ii) ポリマー泥水では少量の土の混入によって造壁性が著しく改善される。その混入量は、例えば0.5%のポリマー泥水においては、粘土、シルトで0.5%、砂で1%である。
- iii) ポリマー泥水の造壁性はポリマー濃度および混入土量とポリマー濃度の比(S/P)によって支配され、脱水量の変化がS/Pの値によって三つの領域に分割される。例えば、粘土の混入した泥水でポリマー濃度が0.125%から1%の範囲において、S/Pが8より小さい領域では脱水量はS/Pの増大につれて減少し、S/Pが8から30の領域では脱水量が変化せず、S/Pが30以上になるとS/Pの増大につれて脱水量が増大し、混入土が泥水の劣化因子となる。
- iv) ポリマー泥水はセメントが混入してもゲル化せず、ベントナイト泥水とは異なる。また、セメントの混入による造壁性の低下に対する抵抗性はベントナイト泥水より大きい。ポリマー泥水のセメントによる劣化に対する抵抗性はポリマー濃度に比例し、混入土の濃度に逆比例する。
- v) ポリマー泥水を放置すると造壁性、粘性が低下して変質する。この変質は高温で著しく、また混入土の多いものほど著しい。この変質は主として混入土中の微生物の酵素作用によるポリマーの加水分解に基づくものであり、変質防止剤を添加することによって変質を防止することが可能である。
- vi) ポリマー泥水の造壁性、耐セメント性、変質抵抗性のいずれも、泥水中のポリマーと掘削土粒子の

存在割合 (S/P 又は P/S) によって支配される。
これはポリマー泥水の性状が土粒子・ポリマー複合
体の性状, 特にポリマー被覆層の厚さに関係してい
ることを示唆している。

参考文献

- 1) 喜田・川地：大林組技研所報, No. 8, 123 (1974)
- 2) 喜田・川地：第9回土質工学研究発表会講演集,
925 (1974)
- 3) 喜田・川地：第9回土質工学研究発表会講演集,
921 (1974)
- 4) Kinter, E. B. & Diamond, S.: Clays and Clay
Minerals, 5, 318 (1958)
- 5) 立川：土肥要旨集, 12, (1966)
- 6) 喜田：土肥誌, 33, 397 (1962)
- 7) Robert, D. Harter & Stotzky, G.: ASSS
Proceeding, 35, 383 (1971)
- 8) Parfitt, R. L. & Gleenland, D. J.: ASSS
Proceeding, 34, 862 (1970)
- 9) Donald, H. Happer: Ind.Eng. Chem. Prod.
Res. Develop., 9, 467 (1970)