

ゲル化剤（高吸水性樹脂）の活用研究

—— 吸水性ゲル水のう（その1） ——

A Research on Practical use of Water Absorbent Polymer

—— Water Absorbent Gel Bag (Part 1) ——

鈴木 唯一郎**

村上 利章*

熊倉 孝行*

概 要

本研究は、ゲル化剤（高吸水性樹脂）を活用して、水災現場の水を吸水させることによって水のうを作り、都市型水防工法の手段のひとつとして、建物への水の侵入を防止することが可能な資材を開発することを目的として実施しているものである。本報告は、ゲル化剤が吸水時に土のうと同程度の形状を維持できる大きさの試作品を作り、その性能等を把握するための予備実験を実施して、ゲル水のうの外袋の形状と材質、及び袋内に入れるゲル化剤の量を決定するための基礎データを得た事項についてのべたものであるが、現在ではこの予備実験において把握した事項に改善を加え、実用可能な吸水性ゲル水のうを製作することができ、既に平成元年度の東京消防庁水防演習で改善後の吸水性ゲル水のうを用いた都市型水防工法展示を行ったところである。今後は、この吸水性ゲル水のうの活用範囲の拡大と効果を確認するため、実態に則した実験を予定しておりその内容及び結果は次報において当該開発・研究の最終報として掲載する予定である。

The purpose of this study is to utilize water in flooded area for making gel bags. And to develop materials which can protect buildings and houses mainly underground constructions and basement from water damage.

We made gel bags using Water Absorbent Polymer by way of trial and we got following data from experiment on it.

- ① Data to determine quality and shape of the bag.
- ② Data to determine quantity of Water Absorbent Polymer and material that adjust specific gravity to put in the bag.

1. 研究経緯

従来、市街地の水災現場において、建物等への水の侵入を防止する一般的な手段として、土砂を用いた土のうを水位に応じた高さに積み上げる方法をとっているところである。

この土のうを作るためには、早期に水災現場まで土砂を搬送する必要があるが、現下の都市構造を見ると土のうを作るための多量の土砂を早期に確保することが難しい状況である。

このような問題を解決するための方策として、

本研究は、従前より水損防止の面で研究を進めてきた、ゲル化剤（高吸水性樹脂）の高吸水性及び保水性を利用して、土砂の代替えとして用い水災現場の水を吸水させて水のうを作り、土のうと同程度の形状を維持させることによって、建物等への水の侵入を防止することが可能な「吸水性ゲル水のう」を開発し、試作品による実験を行ったので、その結果を紹介する。

2. 予備実験概要

(1) 実験目的

親水加工を施したポリエステル製不織布内に挿入したゲル化剤の吸水状況及び膨張状況

*第一研究室 **予防部予防課

を確認することを目的として実施した。

(2) 実施場所

東京都渋谷区幡ヶ谷一丁目13番20号

東京都消防庁消防科学研究所敷地内

(3) 実験項目

ア 吸水重量変化確認実験

イ 高さ形状変化確認実験

ウ 簡易止水工法確認実験

(4) 実施方法等

ア 吸水重量変化確認実験

水槽内に試験体を浸し、30秒毎に取り出して3分経過時まで吸水重量を測定した。

イ 高さ形状変化確認実験

前アの吸水重量測定後、試験体中央部の高さを測定した。

ウ 簡易止水工法確認実験

間口90cmの簡易水槽の開放面に吸水後のゲル水のうを3段積にし、水槽内に水を入れて漏水等の状況を確認した。

(5) 試験体

試験体は次に掲げるものとし、外観は写真1に示すとおりである。

ア 試験体A

たて45cm、よこ37cmのポリエステル製不織布の袋内にゲル化剤を100g入れたもの。

イ 試験体B

たて45cm、よこ37cmのポリエステル製不織布の袋内にゲル化剤を130g入れたもの。

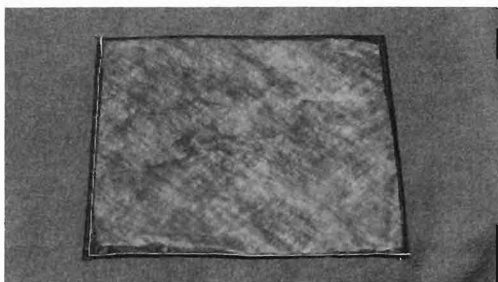


写真1 試験体の外観

(6) 測定項目

ア 吸水重量測定

バネ秤及びデジタル台秤を用いて測定した。

イ 形状変化測定

試験体中央部の厚さを矩尺を用いて測定した。

ウ 目視観測

試験体の状況変化及び簡易止水工法実施時の漏水状況等を目視観測した。

エ 写真記録

実験実施時の状況等をカメラを用いて撮影記録した。

(7) 測定結果及び考察

ア 吸水重量測定結果

測定結果は、表1及び図1に示すとおりである。(表1及び図1参照)

吸水開始1分後の各試験体の重量を比較すると、試験体A及びBとも6.50kgで同じ重量であるのに対し、2分経過時では、試験体Aが9.30kg、試験体Bが10.30kgと、ゲル化剤の量の多い試験体Bの方が吸水重量が多くなっている。

その後、試験体A及びBとも吸水重量を増し、3分経過時には試験体Aが11.20kg、試験体Bが12.4kgまで達した。

一方、吸水倍率に着目すると、3分経過時では試験体Aが86.2倍、試験体Bが77.5倍とゲル化剤を入れた量に対する顕著な結果は得られなかった。

また、本実験で使用したゲル化剤は、最大で自重の1000倍の水をゲル化する能力を有しているものを使用しており、これと本実験結果を比較すると、試験体A及びBとも吸水倍率の面では、最大吸水倍率の1/10弱であることがわかる。

その理由としては、ゲル化剤の吸水が外袋により抑制されること、及び本実験のように試験体のゲル化剤を粉粒体の状態で入れる方法では、部分的にゲル化剤のかたまりが生じ、吸水時に外側のゲル化剤が速くゲル化してしまい、その内部に粉粒体のままで残される状態が生じることから、袋内に入れた粉粒体のゲル化剤が平均的に吸水できず、十分な吸水効果が得られなかったものと推定される。従って、本測定結果から粉粒体のゲル化剤を袋内に入れる方法とゲル化剤の量について検討すると、粉粒体のゲル化剤の場合、袋内に平均に分散して入れることが必要であり、これが可能になれば、試験体Aの量で十分な効果が得られるものと思われる。

表1 吸水重量測定結果

種別 時間	試験体 A	試験体 B
0 秒	0.13kg	0.16kg
30 秒	4.20kg (32.3倍)	4.30kg (26.9倍)
60 秒	6.50kg (50.0倍)	6.50kg (40.6倍)
90 秒	7.10kg (54.6倍)	8.40kg (52.5倍)
120 秒	9.30kg (71.5倍)	10.30kg (64.4倍)
150 秒	10.50kg (80.8倍)	11.40kg (71.3倍)
180 秒	11.20kg (86.2倍)	12.40kg (77.5倍)

* () は、吸水倍率を示す。

表2 高さ形状測定結果

種別 時間	試験体 A	試験体 B
0 秒	0.50cm	0.50cm
30 秒	4.00cm (8.0倍)	3.50cm (7.0倍)
60 秒	5.20cm (10.4倍)	4.50cm (9.0倍)
90 秒	6.30cm (12.6倍)	6.80cm (13.6倍)
120 秒	7.80cm (15.6倍)	7.60cm (15.2倍)
150 秒	9.50cm (19.0倍)	9.60cm (19.2倍)
180 秒	10.00cm (20.0倍)	11.20cm (22.4倍)

* () は、膨張倍率を示す。

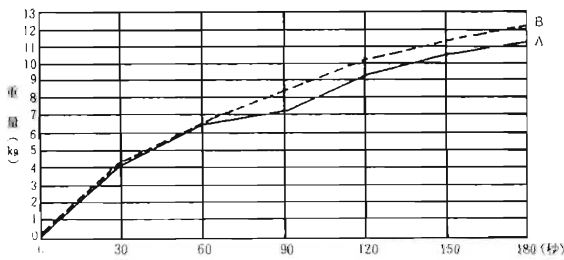


図1 吸水重量の変化

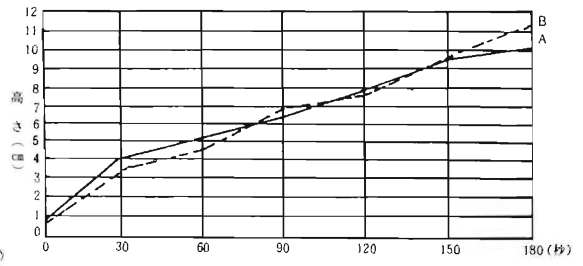


図2 高さ形状の変化

イ 高さ形状変化測定結果

高さ形状変化の測定結果は、表2及び図2に示すとおりである。(表2及び図2参照)

吸水開始から1分経過時の各試験体中央部の高さを比較すると、試験体Aで5.20cm、試験体Bで4.50cmと、ゲル量の少ない試験体Aの方が0.70cm上回っている。

その後、各試験体とも膨張し、2分経過時には試験体Aが7.80cm、試験体Bが7.60cmとその差が少なくなっている。

3分経過時には、試験体Aが10.00cm、試験体Bが11.20cmとなり、この時点においては1.20cm試験体Bの方が上回っている。これは、吸水重量測定結果と同様の結果となっている。

本測定時の試験体の形状変化は、いずれの試験体とも目視では差が認められないことから、試験体Aの吸水開始から1分毎の状況を写真2～4に示した。



写真2 吸水1分後の状況



写真3 吸水2分後の状況



写真4 吸水3分後の状況

ウ 簡易止水工法実施結果

間口0.9mの簡易水槽に吸水後のゲル水のを3段積みにして、その内部に水を入れて止水状況を確認したものであるが、最大限に吸水させたゲル水のは、全体的に丸くなって他の水のをとの接触面積が少なく安定性が悪いことが確認された。

また、水のを間の接触面積が少ない場合、積み上げた水のをが滑りやすくなることに加え、水のを間で隙間が生じ流速の早い場所では止水効果が悪くなることが確認された。

また、静水状態における結果は当該ゲル水のをで十分な止水効果があることが確認された。

写真5は、静水状態における止水状況を示したものである。



写真5 簡易止水工法実施状況

(8) 本実験のまとめ

本実験において確認された事項をまとめると、次のとおりである。

ア 吸水重量及び高さ形状変化測定結果から、吸水開始後概ね3分で土のをと同程度の形状及び重量を得ることができる。

イ 袋の形状及びゲル化剤の量を変化させることにより、必要に応じた形状及び重量を得ることができる。

ウ 本実験で使用した水のをの外袋の材質では、最大限に吸水させた場合に滑り等が生じ易い。

エ 簡易止水工法実施結果から、水のを相互の密着性の良い形状を検討する必要がある。

3. 今後の課題と発展

本実験は、土のをと同程度の形状及び重さを確保するために必要なゲル化剤の量等を把握するために実施したが、実用段階に至る状態になるまでには、まだ様々な角度からの検証が必要である。

今後効率的な吸水性ゲル水のをを開発するために解明していく上での改善点としては、次の事項が挙げられる。

- (1) 試作した吸水性ゲル水のは、比重が1に近いので、水面に浮き易く、流速の速い場所での使用に難点があることから、比重の調節等に関する検証を行う必要がある。
- (2) 試作したポリエステル製不織布による外袋では、表面が滑らかなため、最大限に吸水させると丸みをおびて、積み上げた場合に袋間の接触面積が少なく、安定性に欠けるため、滑りにくい外袋及び形状を選定する必要がある。
- (3) ゲル化剤の吸水能力を最大限に発揮させるためには、ゲル化剤を袋内に平均的に入れる方法を検討する必要がある。
- (4) 水災現場において使用する場合の作業方法、及び使用後の効率的な処理方法等について検討する必要がある。
- (5) 本吸水性ゲル水のをの都市型水防工法以外の用途に活用する方法等について検討する。

4. おわりに

以上、吸水性ゲル水のをを開発するために必要な基礎データを得るために予備実験を実施した結果と、今後の課題等について述べたが、現在の開発・研究状況としては、前記の課題等を踏まえ試作吸水性ゲル水のをを改善し、滑りにくい外袋と比重を重くして水に沈めることが可能なゲル水のをを完成している状況である。

平成元年度においては、改良を加えた吸水性ゲル水のをを用いた都市型工法を、東京消防庁水防演習において実施したものをはじめ、実験としては、①長スパンの止水工法確認実験、②形状の異なる水のをを用いた確認実験、③流水変換効果確認実験等を計画しており、その結果は当該吸水性ゲル水のをの開発（その2）において報告する予定であり、実用可能な吸水性ゲル水のをの開発まであと一歩の状況である。