

III-495

注入量確認のための簡易測定法

東洋大学	正会員	加賀 宗彦
〇元学生(現清水建設)	〃	米倉 亮三
元学生	〃	栗葉 幸雄
	〃	郡司 正哉

1、はじめに

薬液注入工法は、地盤改良工法の中でも比較的容易に工事を実施することができ、短時間でも十分な効果があげられることから、近年、地下鉄、上下水道はもちろんのこと、大深度地下開発などの都市開発工事には、欠くことの出来ない重要な工法として広く利用されてきている。薬液注入工法においては、薬液注入による効果の確認はもとより、注入された薬液量の確認も重要となってくる。しかし、薬液注入は地中注入であるため、注入が確実に行われているかを明確に確認することは非常に困難である。そこで、水ガラスの主成分であるシリカ(SiO_2)量を測定することにより、地中注入量を定量的に、そして簡易的に確認する方法を検討した。注入効果の確認法は、各種の方法¹⁾があるが、まだ確実な方法はない。本研究は、注入効果の判定をするため最も基本となる注入量の確認法を検討した。この確認法は、固結注入材に含まれている SiO_2 をイオン化して、この SiO_2 量を求めて注入量の判定するものである。 SiO_2 のイオン化の方法は、JIS K 0101-1 979などがある。また、 SiO_2 をイオン化して注入量を確認する方法は、文献²⁾でも行われているが、いずれも、イオン化する供試体の量は、少なく2~20 mg と小量である。本研究は、多量の固結注入材を溶解(SiO_2 のイオン化)するため、溶解温度を上げて促進すること、および SiO_2 量の測定に水質検査用のパックテストを用いることで、特別な装置を必要としないのが大きな特徴である。

2、実験方法

固結注入材をイオン化するためには、水酸化ナトリウム(NaOH)、水酸化カリウム(KOH)、炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)等による溶解が考えられる。JISでは炭酸ナトリウム、文献²⁾では水酸化カリウムを使用している。また、水ガラスの製造法(湿式法)では水酸化ナトリウムを使用している。本研究においては価格が安く、簡単にイオン化できる水酸化ナトリウムを使用した。この試験法の精度を確認するため、次の実験を行った。1~16(g)のホモゲルを作成し、1モル濃度水酸化ナトリウム溶液200(ml)に入れ溶解する。ここで、温度を60(°C)に上げて溶解を促進する。ホモゲルが完全に溶解したら濾過し、濾液に硫酸を加えて中性し、イオン化溶液を作成した。これを検液とする。この検液中の SiO_2 量を水質検査に使用されるパックテストで測定する。この手順を示

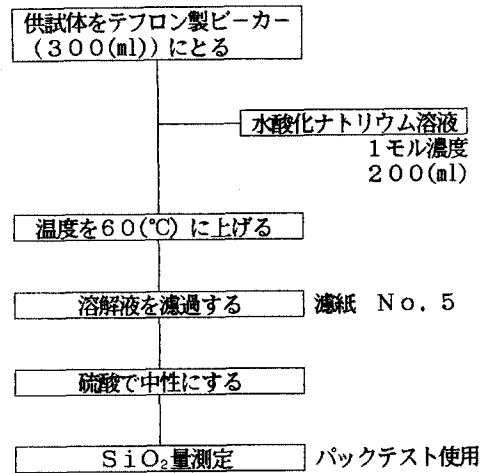


Fig. 1 検液作成、 SiO_2 量測定フローチャート

したのがFig. 1である。次にサンドゲルを使用して実験を行った。サンドゲルは、モールド(内径25(mm)、高さ50(mm))に標準砂を入れ、密度が1.4、1.5、1.6(g/cm^3)になるように詰め、そこに薬液を注入し硬化させ、1日この状態で放置したものを用いた。検液作成、及び SiO_2 量測定方法はホモゲルの場合と同様である(Fig. 1)。以上の実験に使用した注入材は、 SiO_2 含有量0.203(g/cm^3)の有機系注入材と SiO_2 含有量0.114(g/cm^3)の酸性シリカゾルである。

3、実験結果と考察

1) 簡易測定法の精度確認試験

SiO₂量がわかっているホモゲルを用い、本試験法の精度を確かめてみた。実験結果を表-1に示す。これを見ると多少測定値がばらついており、実際のSiO₂量と違う値になっているものがある。しかし、全体的に測定値と実際の値の間にそれほど差は出でらず、良い結果を得た。誤差の傾向は溶解するホモゲルの量が多いほど、つまりSiO₂量が多いほど測定値と実際の値の間に差が出てくる。この原因は、パックテストの特性によるものである。パックテストは、シリカとモリブデン酸の反応による黄色と比色表を比べてSiO₂量を決める。しかし、比色表の値は2, 5, 10, 20, 50, 100(mg/l)となっており、SiO₂量が多くなるほど比色表の間隔が大きくなる。このためSiO₂量が多いほど測定値と実際の値の間に差が生じる。したがって、濃度を小さくして測定すれば誤差を少なくすることが出来る。SiO₂濃度を下げて精度を上げるのは、今後の課題である。本実験は、土木科の学生が化学実験を行ったので、比色などの人為的な誤差も含まれていると思われる。しかし、もっと精通すれば精度も上がるかと考えている。

2) サンドゲルについて

実験結果を表-2に示す。この表を見ると実際の値と測定値の間に大きな差が生じているのがわかる。これは、比色表の間隔から生じる誤差としては大きすぎる。この差は離將によるシリカの排出などとも考えられるが、原因は明確でない。しかしながら、ホモゲルでの確認試験では、実際値に近い値を得られているので、サンドゲルにおいても、誤差の原因が明らかになれば、注入量の確認に利用できるものと考えられる。現在、この原因が何であるかを追求している。

4、あとがき

現在、薬液注入工法の施工結果を確認する明確な方法はない。そこで本研究では、注入量を特別な機械を使わないで、簡易的に、しかも多量のSiO₂量を測定する試験方法を検討した。その結果、SiO₂をイオン化するため温度を上げて促進すること、及びパックテストの併用によってSiO₂量を簡易的に推定することが可能であった。しかし、サンドゲルを用いた試験では、解決しなければならない問題点が残った。今後は問題点を解決し、さらに精度を上げていくことを今後の課題としている。

文献

- 1) 島田、佐藤、多久：最先端技術の薬液注入工法、理工図書、平成元年
- 2) 稲葉、土井、藤沢、奥村：化学分析による薬液注入量確認に関する研究、第46回土木学会年次講演会

表-1 ホモゲルによる実験結果
有機系注入材

No.	SiO ₂ 量(実際の値) (g)	SiO ₂ 量(実験値) (g)
1	1.446	1.911
2	0.860	0.994
3	0.471	0.479
4	0.137	0.182
5	2.422	4.513

酸性シリカゾル

No.	SiO ₂ 量(実際の値) (g)	SiO ₂ 量(実験値) (g)
1	0.120	0.102
2	0.260	0.202
3	0.438	0.502
4	0.859	1.017
5	1.682	2.061

表-2 サンドゲルによる実験結果
有機系注入材

No.	SiO ₂ 量(実際の値) (g)	SiO ₂ 量(実験値) (g)
1	2.408	1.569
2	2.417	1.554
3	2.196	1.270
4	2.328	1.274
5	2.056	1.255
6	2.143	1.292

酸性シリカゾル

No.	SiO ₂ 量(実際の値) (g)	SiO ₂ 量(実験値) (g)
1	1.324	0.4768
2	1.298	0.9077
3	1.298	0.4987
4	1.180	0.9459
5	1.189	0.5482
6	1.159	0.9029