

## 溶液型薬液注入工法のシリカ含有量の測定による改良強度の推定

五洋建設（株）	正会員	○後藤	克人
国土交通省北海道開発局釧路開発建設部	非会員	田中	一章
九州大学大学院	正会員	善	功企
九州大学大学院	正会員	笠間	清伸
五洋建設（株）	正会員	河村	健輔

### 1. はじめに

シリカ系溶液型の薬液を砂質地盤に浸透注入し地盤の強度を増進させる溶液型薬液注入工法の原理は、図1のイメージ図に示すように、地盤内の間隙に含まれる間隙水を溶液型薬液で置換し、土粒子間隙内でその薬液が固化（ゲル化）することである。したがって、地盤の改良強度は、注入される薬液の濃度に依存する<sup>1)</sup>ことがわかっており、注入口付近では、注入される薬液濃度は希釈等の影響を受けないため、比較的濃い濃度となり、改良強度も大きい。ところが、注入口から離れるにしたがい、薬液は希釈等の影響を受けるため、比較的薄い濃度となり、改良強度も小さくなる。

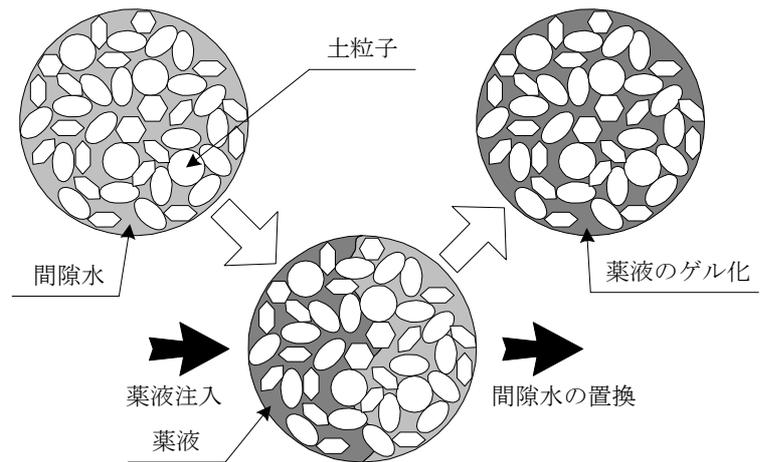


図1 溶液型薬液注入工法の原理

したがって、薬液の濃度と改良強度に相関性があり、薬液の濃度を測定することにより改良強度を推定できると考えられる。本論文では、薬液の主成分であるシリカ（ $\text{SiO}_2$ ）の含有量と改良土の一軸圧縮強さ  $q_u$  の相関性を調査し、シリカ含有量から  $q_u$  の換算式を提案している。

### 2. シリカ含有量試験

溶液型薬液注入工法において使用する薬液は、活性シリカ、非アルカリシリカゾル Type II の2種類あり、両方とも薬液の固化成分は、シリカ（ $\text{SiO}_2$ ）を主体としている。シリカは原地盤の土中にも含まれているため、改良効果を判断するために事前および事後でシリカ含有量を測定し、その増加量を測定する必要がある。また、土を生成している鉱物にもシリカ分は含有されており、これらの鉱物自体が含有しているシリカ分とは別に鉱物に付着しているシリカ分のみを分離する作業が必要となる。したがって、純粋に増加したシリカ分を計測するために、以下の手順により試験を実施した。詳細については参考文献<sup>2)</sup>を参考にしている。

- ① 少量の乾燥試料(5g)を乳鉢を用いてすりつぶさない程度に混合する。
- ② 調整した試料に水酸化カリウム溶液(2N-KOH)50mlを加え、湯浴中で攪拌しながら1時間加熱し、No.5Cの濾紙を用いて濾過する。
- ③ 濾紙を精製水で十分に洗浄し、洗液と濾液とを合わせ、100mlに定容し、試料溶液とする。
- ④ 溶液中の  $\text{SiO}_2$  を原子吸光法により定量し、乾燥試料中に含まれる  $\text{SiO}_2$  の量を算定する。

キーワード：薬液注入、一軸圧縮強さ、固化材、試験方法、化学分析

連絡先：札幌市中央区南1条西1丁目14番地2 TEL 011-281-5413 FAX 011-281-5418

### 3. シリカ含有量増加分と一軸圧縮強さの関係

調査は、実際に行われた数件の工事における事後調査の中で実施した。通常の事後調査方法として行われる不攪乱試料の一軸圧縮試験を行い、一軸圧縮試験後の供試体を使用し、事後のシリカ含有量を測定し、事前に実施した未改良土のシリカ含有量を差し引いたシリカ含有量増加分を算出し、各供試体におけるシリカ含有量増加分と  $qu$  との関係を整理した。得られた結果を図2、3に示す。図2は薬液が活性シリカの場合の結果であり、図3は非アルカリシリカゾル Type II での結果である。図2の活性シリカ、図3の非アルカリシリカゾル Type II とともに、シリカ含有量増加分が大きいほど改良土の一軸圧縮強さは大きくなる傾向がある。活性シリカの場合、シリカ含有量増加分～ $qu$  の間にバラツキはあるものの  $qu=3.67\sim 9.50\times(\text{シリカ含有量増加分})$  の関係があり、平均して、 $qu=5.24\times(\text{シリカ含有量増加分})$  の関係がある。同様に、非アルカリシリカゾル Type II では、バラツキはあるが  $qu=7.25\sim 21.5\times(\text{シリカ含有量増加分})$  の関係があり、平均して、 $qu=12.0\times(\text{シリカ含有量増加分})$  の関係がある。

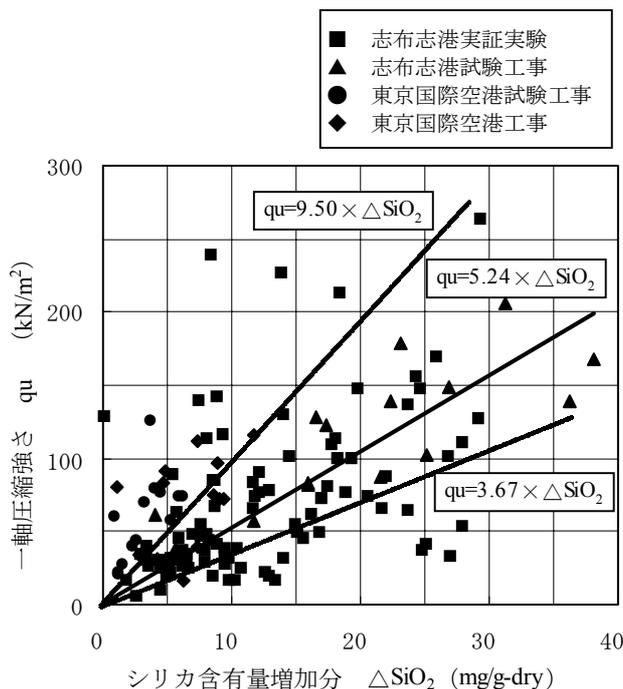


図2 一軸圧縮強さ～シリカ含有量増加分の相関  
(活性シリカ)

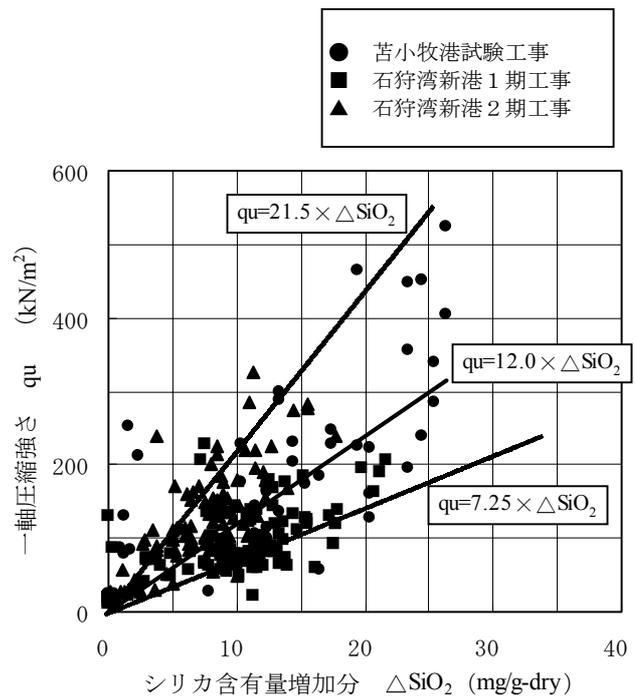


図3 一軸圧縮強さ～シリカ含有量増加分の相関  
(非アルカリシリカType II)

### 4. まとめ

溶液型薬液注入工法において、地盤の改良強度は、使用する薬液の濃度、すなわち主成分であるシリカ ( $\text{SiO}_2$ ) に依存し、土中のシリカの含有量が多いと、改良強度は大きくなり、逆に少ないと強度は小さくなるのがわかった。この時、シリカ含有量増加分と一軸圧縮強さの間には、バラツキはあるが、平均して(a) 活性シリカにおいて  $qu=5.24\times(\text{シリカ含有量増加分})$ 、(b) 非アルカリシリカゾル Type II において  $qu=12.0\times(\text{シリカ含有量増加分})$  の関係があることを示した。実際には、土の相対密度などその他の要因も改良強度には関係しているが、簡易的な改良強度の推定として上記の(a)、(b)の2式が使用できると考えられる。今後、さらなるデータの蓄積を行い、上記関係式の検証を行って行きたいと思う。

#### 【参考文献】

- 1) 佐伯茂ほか：溶液型薬液注入工法による既設矢板岸壁背面の地盤改良、日本材料学会第4回地盤改良シンポジウム講演集、pp37-42、2000
- 2) 垂水尚志ほか：注入固結土の化学分析に影響を及ぼす諸因子について、第26回土質工学研究発表会、pp1947-1948、1991