

III-346

水ガラス薬液による固結砂強度の推定（その1）

東洋大学工学部

正会員 加賀 宗彦

"

正会員 米倉 亮三

元学生（現、日本舗道）

正会員○吉中 保

"

（現、伊勢市役所）

中西 清人

1、はじめに

薬液注入工法は、さまざまな場所で土木工事に利用されているが、この工法による地盤の改良強度を定量的に、しかも明確に把握するのは困難であるというのが現状である。そこで我々は、薬液注入による強度増加の要因を決定することが出来れば、概略的な固結砂強度の推定に利用できるのではないかと考え、実験をおこなった。

2、注入材と砂、および実験方法

注入材は有機系水ガラスを使用した。その配合および特性を表-1に、使用した砂の粒度曲線を図-1に示す。ホモゲル強度と固結砂（サンドゲル）強度は、一軸圧縮試験より求めた。また、セン断を確実にするため、供試体上下面にポーラスストーンを設置した。

表-1

薬液	シリカ量 (g/cm ³)	比重	ゲル時間 (分)
A20	0.203	1.230	10
A17	0.170	1.200	15
A15	0.152	1.181	20
A11	0.114	1.135	60
A09	0.09	1.091	90
A06	0.06	1.072	120

3、実験結果と考察

1) ホモゲル強度と固結砂強度の相関性

一般に、ホモゲル強度と固結砂強度との間には相関性があるといわれている。我々の実験においてもこの点は確認された。ホモゲル強度が大きくなっていくのに対応して（A06からA20に向かって）、固結砂強度も順に大きくなる。これは砂の種類、相対密度に関係なく、すべて同様な形となる（図-2）。このことから、両者の関係は以下の数式で表せることがわかった。

$$qu = A (quh)^n + B \quad \text{----- (1)}$$

ここで、 qu : 固結砂の一軸圧縮強度

quh : ホモゲル強度

A, B, n : 定数

また、最小自乗法による平均の相関係数は0.984であった。そこで、この定数 A, B, n の値を何らかの形で表すことが出来れば、この式-1を固結砂強度の予測式として使えるのではないかと考え、固結砂についてさまざまな角度から検討した。この結果、定数 A, B, n は、以下のように表すことが出来た。

$$A = 41.3 (1 - A_{so}/A_s) \times n_p$$

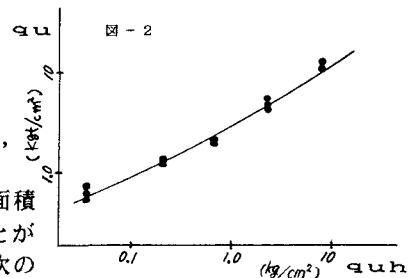
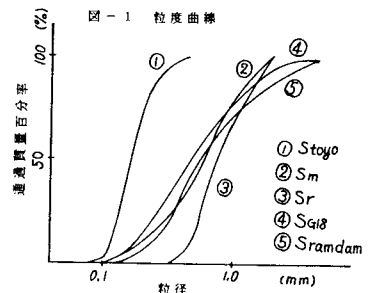
$$B = 0.295 \times A_o / 100$$

$$n = 0.697 - 0.112 \times Dr$$

n_p : 間隙率, A_s : 表面積, A_o : 比表面積,

Dr : 相対密度

定数 A については砂の表面積から、 B については比表面積から、 n については相対密度によって得られるということが検討され、強度の予測が可能となった。（理論的考察は次の報告で示す。）



2) 予測値と実測値との相関性

式-1の定数A, B, nに実測した砂の比表面積（表面積）、相対密度を代入し、固結砂の強度予測を行った。その結果、その予測値は実測値に対して非常に近い値となることがわかり、その相関係数は高い値となった（表-2（a）欄）。また、この相関係数が現在ある予測式に比べてどんな精度を示すかを調べるために、現在唯一の予測式であるC. Caronの予測式と比較してみた。C. Caronの予測式は、以下に示す。

$$RS = RG + 0.33\sqrt{S \times RG} \quad \text{--- (2)}$$

RS: 固結砂の一軸圧縮強度

RG: ホモゲル強度

S: 砂の比表面積

その結果を表-2（c）欄に示す。このことから、本報告の予測式はかなり精度の高いものであることがわかった。本報告の予測式（1）とC. Caronの予測式（2）には、式の内容に大きな差がみられる。C. Caronの予測式では、ホモゲル強度が同じであれば、砂の比表面積の1/2乗に比例して強度増加をする。この予測式を固結砂の強度の目安として用いるのには便利であるが、使用範囲が限定される。次に、砂の表面積も予測によって求めることが出来れば、より実用的になる。この砂の表面積（比表面積）は、太田法によって求めることが出来る。次に、この太田法を用いた場合について検討する。

表-2 相 関 係 数

砂	本報告の予測式		C. Caronの予測式	
	(a) 実測	(b) 太田法	(c) 実測	(d) 太田法
Stoyo	0.977	0.958	0.789	0.756
Sm	0.973	0.967	0.441	0.447
Sr	0.974	0.949	0.578	0.610
SG18		0.978		0.741
Sramdam		0.917		0.492

3) 太田法を用いた場合の相関性

2) では砂の各データに実測値を用いたが、ここでは、太田法によって砂の表面積（比表面積）を予測し、この値を用いて、固結砂強度の予測を行った場合について述べる。砂の比表面積を、太田法によって求めた値を表-3に示す。表に示されるように、太田法による比表面積の値は、実測値に非常に近似した値となった。固結砂強度の予測に太田法を用いた場合の実測値との相関係数は、表-2（b）欄に示すように非常に高い値となった。また、比較のためにC. Caronの予測式でも計算を行った（表-2（d）欄）。これより、太田法を用いた場合においても、本報告による予測式の方が精度の高いことがわかった。

表-3 比 表 面 積 (A₀)

砂	実測値	太田法
Stoyo	139.5	177.0
Sm	86.7	82.9
Sr	51.6	43.6

（単位：cm²/g）

4) 任意砂の場合の相関性

本報告による予測式が、全くのランダム砂にも対応出来るかを確認する意味で、Sramdam砂とSG18砂について予測値を計算してみた。その実測値との相関係数を表-2（b），（d）欄に示す。任意砂においても、本報告による予測式の精度は、C. Caronの予測式と比べて高いことを確認することができた。

参考文献

酒井、島田：ソレタンシュ注入工法（その7），土木技術28巻，9号，P. 110～19，1973

本研究は、強化土エンジニアリングの協力を得ました。