

III-130 螢光X線による薬液注入効果の測定

広島工業大学 正員 鈴木 健夫
広島工業大学 正員 島 重章

1. ま え が き

薬液注入工法は各種基礎工事に盛んに利用されているが、現場条件や地盤の複雑性により計画位置へ計画量のグラウトが固結していない場合がある。現場の状況によりグラウトは浸透しやすい方向に進行するので、方向別の浸透状況を測定する必要がある。浸透したグラウト試料をサンプリングし、螢光X線分析を行えば、注入地盤の状態を確認し、その施工効果を定量的数値で表現し、さらにグラウト注入固結範囲が測定できると思われる。

以上の観点より、螢光X線分析装置により分析を行ない、グラウトの含有元素の分析量を測定して、薬液注入工法で問題になる注入固結範囲の判定を可能とした。

2. 試 料

土試料としては川砂を使用した。これは造成地盤に1部置換を行ない、注入地盤としてグラウトの浸透性、施工性を均一にせしめるためで、図-1に示すように砂レキ分97%の試料である。

薬液はケイ酸ソーダを主剤に、セメントを添加剤にした水ガラス系グラウトを用いた。この薬液は一般に良く締った地盤でも浸透性が良く、かなりの強度が得られ、かつ現場で大量に使用されているものである。

3. 実 験 方 法

薬液注入地盤は図-2のごとく、造成地に砂置換を行ない、薬液注入は1グラウト30ℓを1ショット方式で地盤中心にポンプと注入管で圧入施工し、固結後注入点を中心にN, E, S, Wの4方向で、注入深さ方向には地表より10cm, 50cm, 70cmの3ヶ所でサンプリングした。採取試料は炒乾燥後、粉砕加圧成形して螢光X線分析を行なった。また室内実験にて薬液含有量の代表的供試体を作成し、一軸圧縮試験による強度の測定も行なった。

計測機器はAFV-104E型螢光X線分析装置である。試料に投射されたX線は、試料中に存在する結晶面により2方向に回折される。このように発生した螢光X線を分光系に導き、計数管で検出し、波長分析を行なって定性分析、また強度測定を行なって定量分析をすることができると。

薬液注入効果は、固結後の薬液浸透範囲、薬液分布状態および強度等を求めるもので、非破壊の形で確認するのが望ましいが、ここではサンプリングを必要とするので、1ヶ所当り約40gの採取量とした。

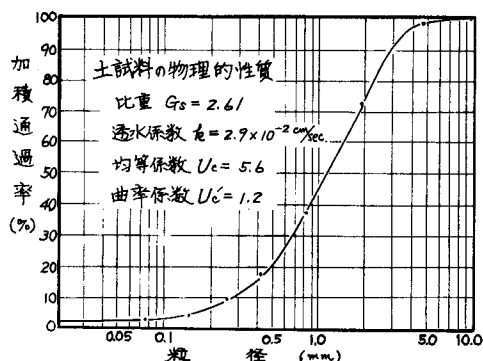


図-1. 土試料の粒径加積曲線図

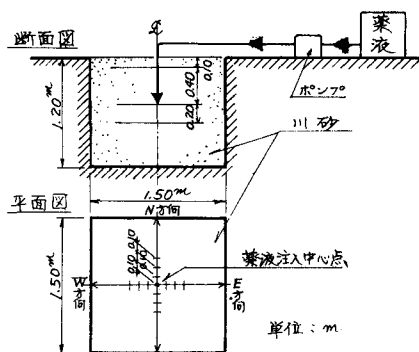


図-2. 実験装置図

表-1. CaKa 分析設定値

管電圧	30 kV	HIGH TENSION	1.8 V.
管電流	20 mA	分光結晶	LiF
LOWER LEVEL	100 目盛	計数管	Pc
WINDOW	400 目盛	回折角	113.06°
ATT	2*		

4. 実験結果

定性分析で構成元素の種類、回折線の強度、重なり度の割合等を測定した結果、川砂には $\text{FeK}\alpha$ が、水ガラス系グラウトには $\text{CaK}\alpha$ が多量に存在することが確認された。次に川砂に水ガラス系グラウトを注入した場合の定量分析としては、 $\text{CaK}\alpha$ の換量線を求めることにより、地盤中の薬液含有量と蛍光X線強度との関係が求まる。 $\text{CaK}\alpha$ の分析機器設定値は表-1に示す。換量線を描くと試料粒径に起因する不均一性が表れてくるが、通常の粉砕方法では到達し得ない程度の微粉にすることが必要となり、溶融法等により希釈すると蛍光X線強度が低下するので、本実験では粉砕のみで試料成形を行なった。ゆえに生じる誤差を少なくするため、薬液含有率100%の試料カウント数を標準試料カウント数とし、他の試料カウント数との割合を求め、スタンダード試料カウント数に対する割合として求めたのが表-2である。

表-2 水ガラス系グラウト含有率とカウント数の関係

含有率 (%)	蛍光X線強度 (cps)	スタンダード試料に対する割合 (%)
0	179	4.0
10	749	16.9
20	845	19.0
30	1455	32.8
40	2126	47.9
50	2934	66.2
60	3413	76.9
70	3576	80.6
80	3921	88.4
90	4211	94.9
100	4437	100.0

薬液地盤の中心より10cm間隔でサンプリングした試料の分析結果を図-3に示した。中心の薬液含有量は表面に少なく底部に多く、特に50cm深さでの中心付近における含有量が80%以上も示したのは、施工の際に注入管を地表より50cm位置に設置したため、その部分に薬液のみの固結が生じたものと考えられる。浸透性の良い砂であることから球形の固結を可能とした。各深さ方向の薬液分布図を図-4に示した。10cm位置での分布は中心に20%の薬液含有量も示したが、薬液が地表近くで固結したので強度的には弱い。50cm位置での分布は中心部に含有量80%の薬液のみの固結がみられたが、圧入により周囲はかなりの強度を示した。形状はほぼ球形に近いものである。70cm位置では薬液が底部に広がった固結状態を示した。

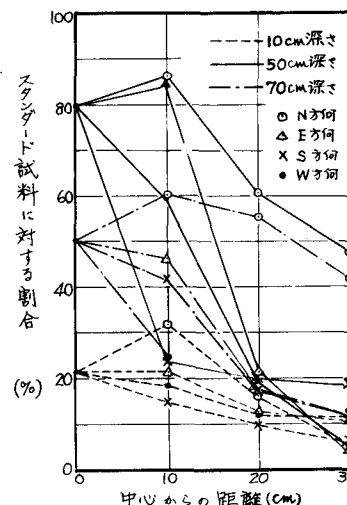


図-3 水ガラス系グラウトの方向別含有量分析結果

強度試験は供試体を $\phi 5 \times 10 \text{ cm}$ に混合作成し、枚令24時間後に一軸圧縮試験を行なった。結果は図-5に示す。全体的に圧縮応力が低いのは加圧をしなかったためと考えられるが、含有率30%でピークを示し、それ以上は圧縮強度の低下を示した。

5. おわりに

蛍光X線分析は $\text{Na} \sim \text{U}$ まで可能で、グラウト中に含まれる元素を少試料で短時間に検出でき、定量分析により固結範囲の推定も可能であることが確認された。今後さらに測定を行ない適切な薬液注入効果の判定法の確立に努めたい。

最後に本実験の実施に際して御協力いただいた本学卒業生の植田英雄、村上和雄両君に対し、深謝の意を表します。

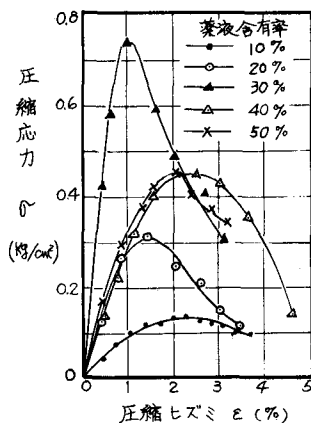


図-5 一軸圧縮試験結果

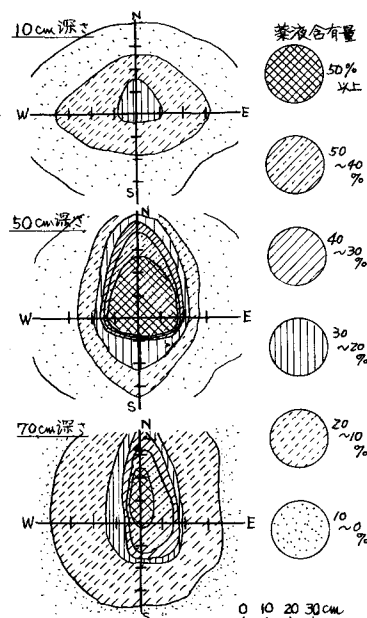


図-4 注入深さ別の薬液分布断面図