

前田建設工業㈱技術研究所 正○熊谷浩二 永山 晃 赤坂雄司

1. まえがき 注入効果は、工法、注入材などの注入諸元とともに、施工管理の方法も大きく関係していると考えられ、前報迄に、圧管理¹⁾、事前調査²⁾、現場注入試験³⁾そして効果の目標値⁴⁾について述べた。

現在実用化されている注入工法を注入原理から分類すると1ショット工法、1.5ショット工法、2ショット工法の3つに大別されるが、理論として体系化されているのは1ショット工法のみであり、ヨーロッパの均質地盤で発展したものを日本でも応用しているのが実状である。薬液注入は、常に土中での挙動そのものであるだけに眼に見えるものではなく、予想と推定に基づく部分もかなり多い。本報では、注入圧-ゲルタイム-到達距離の関係を室内実験から求め、加圧注入における注入材の浸透性について検討する。

2. 試験概要 1)パイプ圧送試験 地盤中の割れ目および脈状注入をパイプに模して注入速度一定(4.8 l/min)で注入し、注入材の浸透距離(パイプ中の到達距離)を測定する。なお、使用薬液は、水ガラス系懸濁型薬液と水ガラス系溶液型薬液(有機硬化剤)の2種とした。2)モールド注入試験 同一条件の模擬地盤(珪砂、 $n=42\%$)に注入し、ゲルタイムが固結体の形成にどのようにかわるかを観察する。使用薬液は、珪砂地盤に適した溶液型薬液を用い、おのおののゲルタイムに応じた注入方法とした。

3. 試験結果と考察 1)パイプ圧送試験 ①懸濁型薬液 図-1は、ゲルタイムによる到達距離(パイプ内の注入材先端の距離)の経時変化である。ゲルタイムによる到達距離の差は小さく、とくにゲルタイム30秒と1分35秒との差は認められない。しかし、図-2の注入圧の変化については、パイプ径 $\phi 13\text{mm}$ で

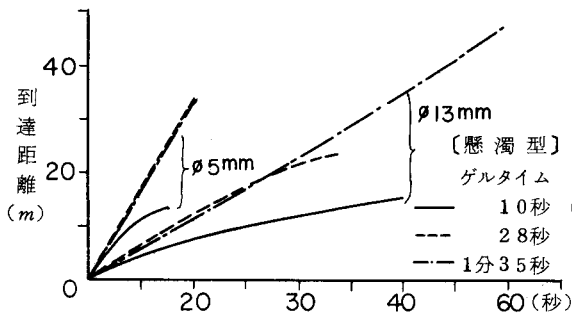


図-1 到達距離の経時変化

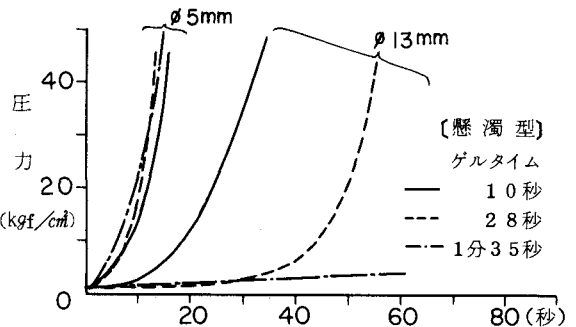


図-2 注入圧の経時変化

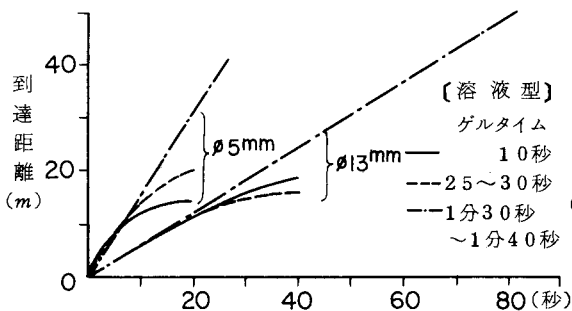


図-3 到達距離の経時変化

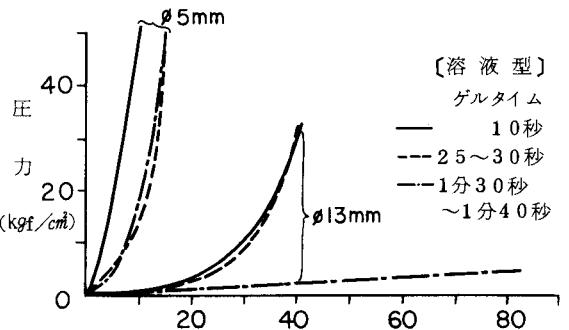


図-4 注入圧の経時変化

の変化傾向は注目される。つまり、ゲルタイムが短いほど注入圧の上昇傾向は顕著であるが、到達距離はほぼ同一になっている。⑥溶液型薬液 図-3は、ゲルタイムによる到達距離の経時変化である。LWに比べゲルタイムとの関係が認められる。その時の注入圧変化を図-4に示す。パイプ径φ5mmでは、各ゲルタイムとも一様に急上昇し、いわゆる閉塞現象が生じている。そして、パイプ径φ13mmでは、ばらつきはあるもののゲルタイムの直後に圧上昇が起きている。2) モールド注入試験 固結状況を、写真-1、また固結体の観察結果を表-1に示す。ゲルタイムによる固結体生成の過程の差が認められたが、固結体体積は①と②で80ℓ、③で70ℓと大きな差は得られなかった。①でのゲルタイム2分20秒での浸透状固結体、そして、③でのゲルタイム3秒での塊状固結体、また、②はその中間となっており、ゲルタイムが生成過程に大きな影響を与えていることがわかる。そして、おのおのゲルタイムごとにそれぞれ異なる注入条件（注入量、吐出量、注入圧など）が存在しており、ゲルタイムのみで浸透範囲、固結度を判断、あるいは制御することは難しいと推定される。

4. あとがき 注入材の浸透性について、ゲルタイムの影響を調べるために行った実験結果をまとめると次のようになる。1) 脈状注入および岩盤等の割れ目注入を模したパイプ内への注入圧を加えた圧送試験（吐出量一定）では、注入圧の上昇傾向は、パイプ径φ5mmの時には、ゲルタイム、薬液種類に関係なく、水を圧送した時とほぼ同様であった。φ13mmでは、ゲルタイムが長いほど、圧上昇傾向は緩やかではあるが、圧上昇時とゲルタイムとの直接的な関係は認められない。2) パイプ内への圧送での到達距離は、瞬結ゲルタイム（10秒）以外の差は、注入圧の差ほど小さくなく、ほぼ同様の値になっている。3) 珪砂の模型地盤への加圧注入によって生成された固結体の状況は、ゲルタイムによって大きく異なっており、注入効果の発現にはゲルタイムに合わせた諸元（注入孔ピッチやステップ、注入量など）の検討が重要と考えられる。以上のように、注入材の浸透距離（到達距離）は、加圧注入では自然浸透に比べゲルタイムの影響は小さい。しかし、注入圧変化や固結体生成状況には、ゲルタイムの違いが明確に出る。

対象地盤以外にも、注入目的やその期待度が施工現場ごとに異なることを配慮すると、今後もこのような基礎的な試験データと実施工データとの両面からの検討が必要と考えられる。最後に、本実験に御協力いただいた日本総合防水協研究室の方々に謝意を表します。

参考文献 1)～4)熊谷他：注入工法の施工管理に関する研究（第1～4報）、第35～38回土木学会年次講演会第Ⅲ部門、1980～1983

表-1 固結体の観察結果

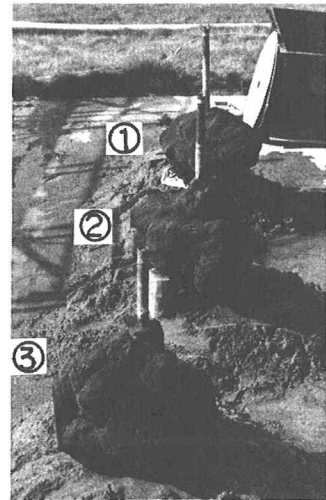


写真-1 モールド注入試験

No. (ゲル タイム)	固結径 (cm)		固 結 状 況
	高さ	長径 (短径)	
① (2分 20秒)	45	70 (60)	水平方向の浸透距離は大である。 $(\frac{\text{長径}+\text{短径}}{2}) \times \frac{1}{2} = \frac{(70+60)}{2} \times \frac{1}{2} = 1.44$ 高さ ロッド先端より下部は、上部に比べやや小さい固結体となっている。 ○モールドとの接触面……10cm×5cmが2ヶ所 ○固結体のくびれ……1ヶ所(35cmの長さで渡り約10cmのくびれ)
② (27秒)	55	60 (45)	垂直方向の広がりがやや大きく球状に近い。 ロッド先端より下部の固結体は上部に比べ大きく、上に行くに従い漸減 ○モールドとの接触面……20cm×15cm、15cm×10cm、5cm×5cm 3ヶ所 ○固結体のくびれ……4ヶ所(30cmの長さで10cm、30cmの長さで15cm 20cmの長さで10cm、10cmの長さで10cm)
③ (3秒)	60	60 (45)	ロッド先端位置より水平方向に円盤状(厚さ30cm)の固結体となっている。 ロッド先端より上方位置に直径約15cmの塊が連続しており、噴出的に固結している。 ○モールドとの接触面……40cm×20cm 1ヶ所 ○固結体のくびれ……3ヶ所(40cmの長さで25cm、25cmの長さで15cm、 30cmの長さで15cm)