

V-208

長尺な鉛直PCケーブルのグラウト注入に関する基礎的実験

大阪ガス株式会社 正会員 岡井 大八
株式会社大林組 正会員 十河 茂幸
株式会社大林組 正会員 鎌田 文男

1. まえがき

大阪ガス株式会社製造所に建設中のPC製LNG防液堤の鉛直PCグラウトに関する開発・改善と施工結果は既に報告した1)。将来、防液堤をより高くする場合、更にはPCタンクへの発展を考える場合には、鉛直テンドンをPC鋼棒からPCケーブルに変更する必要がある。長尺な鉛直PCケーブルのグラウトに関しては、PCより線の芯線と側線の間隙等の影響で、ブリージングの後に、ろ過現象が引続いて起こり、ダクト頂部付近に不良箇所の生ずる可能性のあることが指摘され、各種の対策が提案されている2)。今回は、この現象の特性を把握し、グラウトを完全に充填する技術を確認するために、その第1ステップとして各種の材料・配合による約16mの鉛直注入実験を実施した。

2. 実験概要

2.1 グラウトの材料・配合

使用材料としては、普通ポルトランドセメント（比重=3.16, 比表面積=3200cm²/g, M社製）、シリカフェーム（比重=3.22, 平均粒径=約0.1μm, N社製）、分離低減剤（セルロースエーテル系、以下SCAと称す）、高性能減水剤A（リグニン系、スランプロス低減型）、B（リグニン系、超スランプロス低減型）、C（トリアジン系）、および膨張剤（反応遅延型アルミニウム粉末）を用いた。実験の組合せは、表-1に示す通りである。

表-1 グラウトの配合と組合せ

No.	W/C (%)	シリカ フェーム (%)	SCA (%)	高性能減水剤 (%)		膨脹剤 (%)	PCの 有無		
				種類	添加率				
1	38.0	—	—	A	2.2	0.006	有		
2				B	2.4				
3									
4				5.0	A			2.4	
5				—	C			4.0	
6				3.0					
7	45.0	—	0.2						

（但し、各材料の添加率はセメントとシリカフェームの合計に対する値である。）

2.2 実験方法

注入試験体は、内径72mm、全高さ16.6mで、頂部2mは観測のため透明管とし、NO.1を除いて内部に長さ15.2mのPCケーブル（12T12.7）を配し、ダクト下端に設けた注入口よりケーブル上端の0.5m上位まで各グラウトを注入した（図-1）測定内容は、①グラウト天端面と分離水量の経時変化、②頂部付近の性状、③硬化後2m間隔で切断した試験体の断面観察および単位重量測定とした。このほか、④ミキサより別途採取した試料について土木学会規準「PCグラウト試験法」に従い、コンシステンシー、ブリージング率、膨張率、圧縮強度の測定（以下、標準試験と称す）を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 グラウトの標準試験結果（表-2）

練混ぜ直後のフロータイムは、NO.1～NO.6で16～12秒（JAロート）、高粘性のNO.7はJ14ロートで5秒で、90分経過後においてもフロータイムの増加は少なかった。膨張率は4.8～8.5%で、そのほとんどが練混ぜ後

1時間以内に終了している。ブリージング率は、材料・配合によって0(NO.7)～1.5%(NO.3)と幅があるが、練混ぜ後4～5時間でピークに達し、ブリージング水はNO.3を除いて24時間後には全グラウト内に吸収された。なお材令7日の圧縮強度は198～233kgf/cm²であった。

3.2 注入試験体の測定結果（図-2）

膨張率は約1時間後にピークに達し、1～2.5%と標準試験の値の30%程度であった。これは、注入試験体では

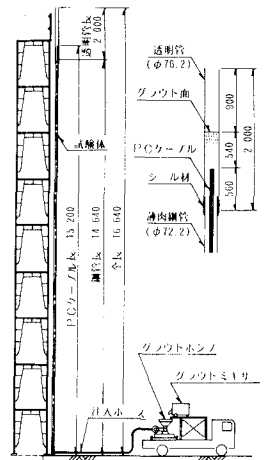


図-1 鉛直注入実験

表-2 グラウトの標準試験結果

配合番号	フロータイム (秒)					膨張率 (%)				ブリージング率 (%)				練上の温度 (℃)		圧縮強度 (kgf/cm ²)
	0分	30分	60分	90分	10分	1時間	3時間	5時間	24時間	1時間	2時間	4時間	5時間	24時間	24時間	
1,2	19.6	20.3	20.3	20.6	2.4	5.9	7.4	7.4	7.4	4.3	0	0	0.08	0.08	0.27	24.4
3	21.9	20.6	20.7	20.0	1.2	7.4	7.4	7.4	5.0	0	0.24	0.42	0.66	1.55	0.96	22.0
4	16.0	16.9	17.1	17.4	4.2	8.1	8.5	8.5	8.6	0	0	0.06	0.15	0.10	0	24.0
5	20.2	21.1	21.4	22.0	2.4	5.1	5.5	5.5	5.2	0	0	0	0.50	0.57	0	23.5
6	17.9	20.9	20.7	21.3	2.5	4.9	7.4	7.4	7.4	5.3	0	0	0	0.15	0	23.2
7	5.0	5.7	6.3	6.9	0.3	3.7	3.7	4.8	4.8	3.7	0	0	0	0	0	23.0

注) ※はJ14ロートにより測定、他はJAロートによった。

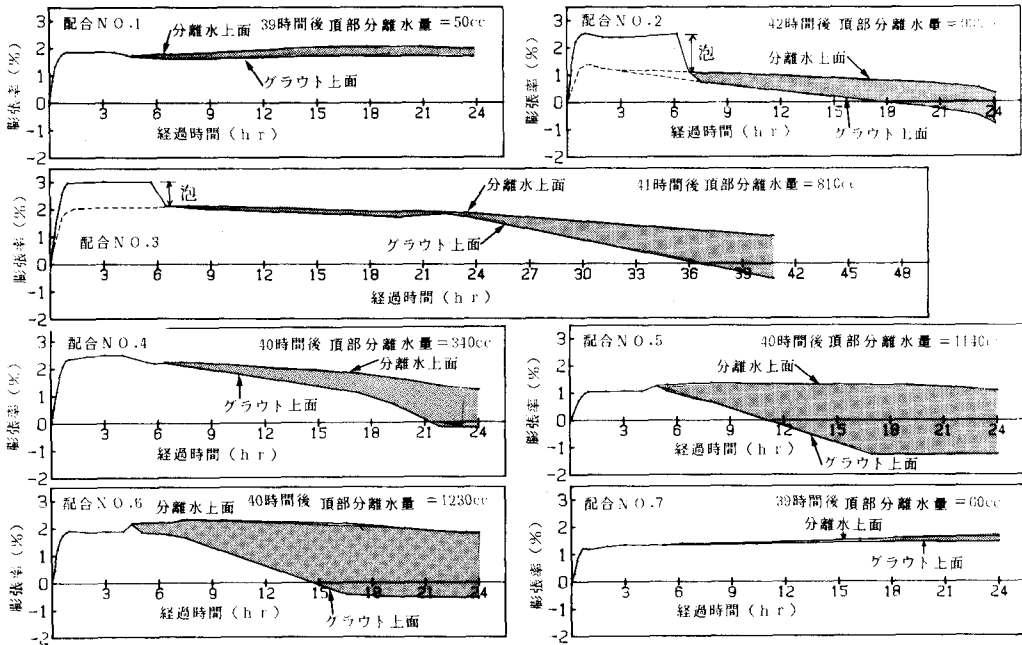


図-2 注入試験体の膨張率およびブリージング率

グラウトの自重やダクト内面・PCケーブルとの摩擦力により膨張が拘束されるためと考えられる。グラウト天端における分離水は、標準試験でブリージング率がピークとなる4～5時間後付近から発生し始め、15時間以上の長時間にわたって徐々に増加している。NO.3では、24時間以上経過してから分離水量が急に増加した。NO.1とNO.2の比較によりPCケーブル存在による影響を知ることができるが、分離水量は3倍程度にまで増加している。ただし、NO.2とNO.3ではブリージング水が上方に多量に集まり、高性能減水剤中の遅延成分が過剰に含まれる結果となったため、NO.2では上方約1m、NO.3では約2mが硬化不良を起こした。図-2に示した分離水量は頂部に集まった量のみであり、この硬化不良に含まれている分を合わせると実質的には更に大きな値となるものと思われる。NO.4はシリカフューム、NO.5はSCA、NO.6はその両者を添加したグラウトであるが、5時間以降に分離水量が急激に増加し、またPCケーブル上端付近に大きな水隙が発生した。シリカフュームや少量のSCAの添加は、標準試験のように圧力が小さい場合には、ブリージングの低減に有効であるが、加圧状態でPCケーブルによる過作用のある場合には、ダクト頂部に不良箇所の生ずる可能性のあることがわかった。NO.7は分離低減剤SCAの添加量を多くして高粘性にしたグラウトであるが、SCAの保水特性が有効に作用し、頂部の分離水の量はPCケーブルのないNO.1とほぼ同程度量と少なく、頂部付近の硬化不良やPCケーブル上端付近の水隙は生じなかった。なお、NO.7のグラウトは粘性は高いが、注入時のポンプ圧力は他と同様の2～3kgf/cm²程度で、圧送性は良好であった。硬化後の測定結果については紙面の都合上、割愛した。

4. あとがき

約16mの長尺鉛直PCケーブルのグラウト注入実験の結果、PCケーブルによる過現象の実態、各種混和材料の特性などに関する貴重なデータを得ることができた。今後、最適配合の研究、ダクト(特に、排出口付近)の構造や施工、およびその管理方法について開発・改善を推し進め、長尺鉛直PCケーブルのグラウト注入技術を確立していく予定である。

<参考文献> 1)中島、他:「PC製LNG防液堤の鉛直PCグラウト注入技術の改善と施工」

土木学会第40回年次学術講演会概要集V(1986.9)

2)FIP: Guide to Good Practice, "Grouting of Vertical Duct" (1978.3)