

愛知工業大学 正員 久保直志

〇森野奎二

津幡健一

第一報では、グラウトの膨張圧および膨張率の測定方法を発表した。今回は、この測定方法によって、プレキャストコンクリートのグラウトの1~10 kg/cm²の水圧下での膨張の状態を詳細に測定し、各種圧力下での膨張率が、一定となるようなアルミニウム粉末の使用量を求めた。

また、1~8 kg/cm²の水圧下で、一定(7%)の膨張をしているグラウトの強度試験を行なった。

実験の概要

水中施工では、水深10 mにつき約1 kg/cm²の水圧が掛かるために、グラウト中で、発生する水素ガスの体積は大気圧のときより小さくなる。この関係は、実在気体の状態方程式である Van der Waals の式、 $(P + \frac{a}{v^2})(v - b) = RT$ に従うはずである。この式を変形して、更に、水素のファンデルワールス定数

$$a = 0.245(l^2 - atm), \quad b = 0.0267(l)$$

および $RT = 24.059$ (20℃の水素ガス定数) を代入すると

$$v^3 - (0.0267 + \frac{24.06}{P})v^2 + \frac{0.245}{P}v - \frac{0.00654}{P} = 0$$

となる。P が0~10 気圧程度では、a, b を無視しうるから $Pv = RT$ の Boyle の法則が実用上使用できる。

一オ、Al 粉末は、アルミニウム1gとセメントのアルカリとが反応して、1.338l (20℃) の水素ガスを大気圧中で発生する。

この発生ガスを膨張量と考えれば、計算によって膨張率を求めることができる。

したがって、

$$E = \frac{1.033}{1.033 + P} \cdot E_0$$

$$E_0 = \frac{1.247 \times Al}{V_g} \cdot \frac{273 + t}{273}$$

P: プレドンゲージ圧 kg/cm²

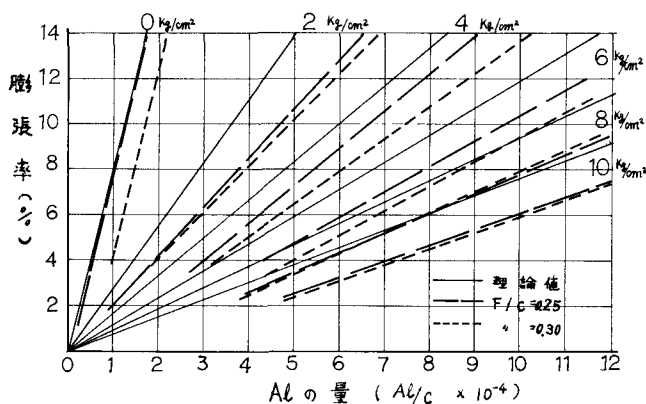
E: P kg/cm² ときの膨張率

E₀: 大気圧中での膨張率

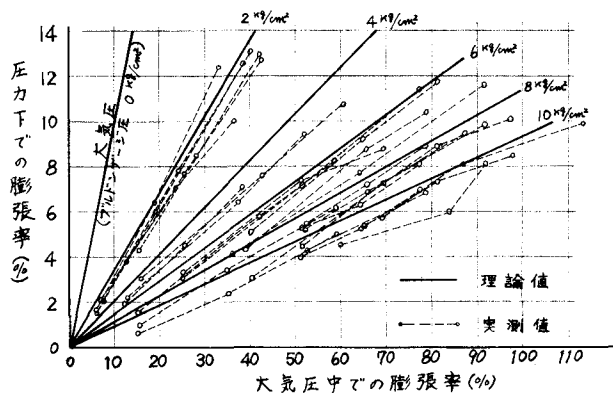
V_g: グラウトの体積

Al: グラウト V_g 中に含まれている Al 粉末の重量(g)

t: グラウトの温度(℃)



1 図 Al の量と膨張率との関係



2 図 被圧下での膨張率の変化

の関係式によって、海中での膨張率、あるいは逆に、圧力下での膨張率を指定して、Al の量を求めることができる。しかし、一般には、Al の品質とセメントのアルカリ量によって、発生する水素ガス量が異なることと、実験中に漏水する等の計測誤差によって、膨張量(圧)は、必ず、理論値よりも小さく測定

される。理論値の一例と実測値を1図に示した。

一定容器内に入っているグラウトの膨張圧力は、圧力の発生源である水素ガスが、Alの量に比例して発生することから、グラウト量に比例するはずである。その実測値を1表に示した。1表によると、必ずしも比例関係にない。この主な原因は密閉の不完全さ(漏れ, 器の膨み), 測定開始時間の遅れ, 計量の不正確さ等によると思われる。このように、内壁に及ぼす圧力は、密閉状態によって、無限大から寡少にまで変化する。

グラウト1ℓが示す圧力は、本実験のような小型の圧力容器では、比較的大きく測定されるが、大型の木製型枠等では小さく測定されるものと思われる。

大気圧中の膨張率と被圧下での膨張率との関係を2図に示したが、理論値と実測値との差は著しくないで、実験誤差程度であると考えられる。したがって、海中施工では、水圧によって拘束されているから、密封ロスはないので、常圧で実測した膨張率(Al, セメントの品質は補正される)から理論計算して求める値が、海中での膨張率としては適当であると考えられる。

0~10 kg/cm²の水圧下での膨張率が、大気圧の場合(γ=1%)の膨張率(7%)と同程度になるような、Alの量(実測値)は3図に示すとおりである。(3図には、フライアッシュ および粘土微粉末が混和材として使用されている)

このAlの量を使用して、グラウトの強度試験を行なった。(2表)

2表によって、Alの量が多くても、その膨張が抑圧されて、膨張率が一定であれば、強度に差が生じないことが確認できた。

なお、この強度試験では、試験日まで加圧養生を続けることは実験上、不都合であるから、供試体を24時間後に圧力容器より取り出して常圧のもとでの水中養生を27日間行なった。この加圧養生時間に関しては、3表のような実験を行ない、強度に影響のなくなる時間を求めた。

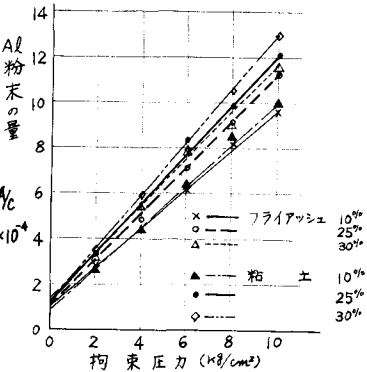
結論

水深100mまでのグラウトの海中でのグラウトの膨張率は、大気圧中の膨張率から、ボイルの法則に従って求めれば良く、すなわち、同程度の膨張量を求める場合の必要なAl量は、水深10mでは、常圧での2倍、50mで6倍、100mであれば11倍にすれば良い。 そのときの一軸圧縮強度は等しい。

1表 容積と圧力の関係 単位 kg/cm²

アルミ 容積 (ℓ)	OS-300	No.1112	LP-12	OS-250	LG-12
1.75	2.00 (1.14)	2.50 (1.43)	2.70 (1.54)	3.40 (1.94)	3.95 (2.23)
3.50	5.80 (1.66)	5.65 (1.62)	5.00 (1.43)	6.70 (1.92)	4.80 (1.37)

注 () 内の数字は1ℓの圧力。



3図 被圧下で7%の膨張率に要するアルミニウムの量

2表 圧力下での膨張率が等しいグラウトの強度(膨張率7%)

混和材 の種類	圧力 F _c (kg/cm ²)	1日水圧養生, 27日標準養生の 28日 圧縮強度 (kg/cm ²)		
		10%	25%	30%
フライ ア ッシュ	0% _{cm²}	261	310	227
	2	260	235	273
	4	264	262	224
	6	247	240	235
	8	265	262	241
粘 土	0% _{cm²}	240	126	116
	2	192	153	135
	4	213	150	133
	6	気泡が1ヶ所に集中して供試体 作成できず		
	8			

3表 水圧養生時間と強度との関係

混和材 の種類	被圧力 F _c (kg/cm ²)	Alの量 F _c (kg/cm ²) % × 10 ³ (kg)	養生時間 (hour)	圧縮強度 (kg/cm ²)
フライ ア ッシュ	2	30	6	170
		30	6	51
	6	25	24	176
			48	179
	8	10	24	265
			48	269