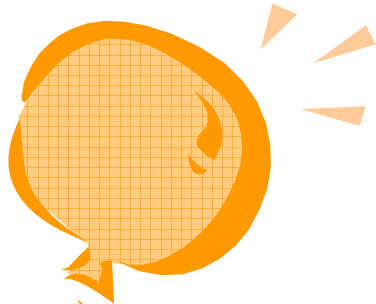




土力学实验

大连理工大学土木水利学院岩土工程实验室

2011年11月

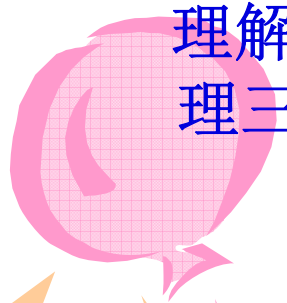


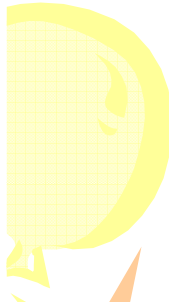
实验四 三轴剪切试验

1. 试验目的、原理及意义：

■ 试验目的：

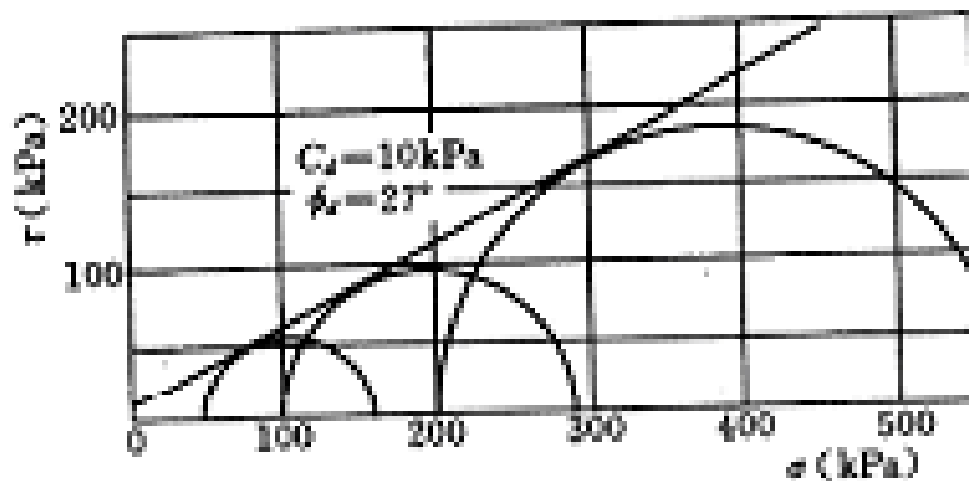
理解三轴试验与直剪试验的特点，增加感性认识，学会整理三轴试验数据，并求出砂土的固结排水剪强度指标


$$C_d \quad \varphi_d \quad C_{cu} \quad \varphi_{cu} \quad C_u \quad \varphi_u$$



■ 试验原理：

采用**3~4**个圆柱形试样，分别在不同的恒定周围压力（即小主应力 σ_3 ）下，施加轴向压力【即产生主应力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ 】，进行剪切直至破坏；然后根据摩尔-库伦理论求得抗剪强度参数。

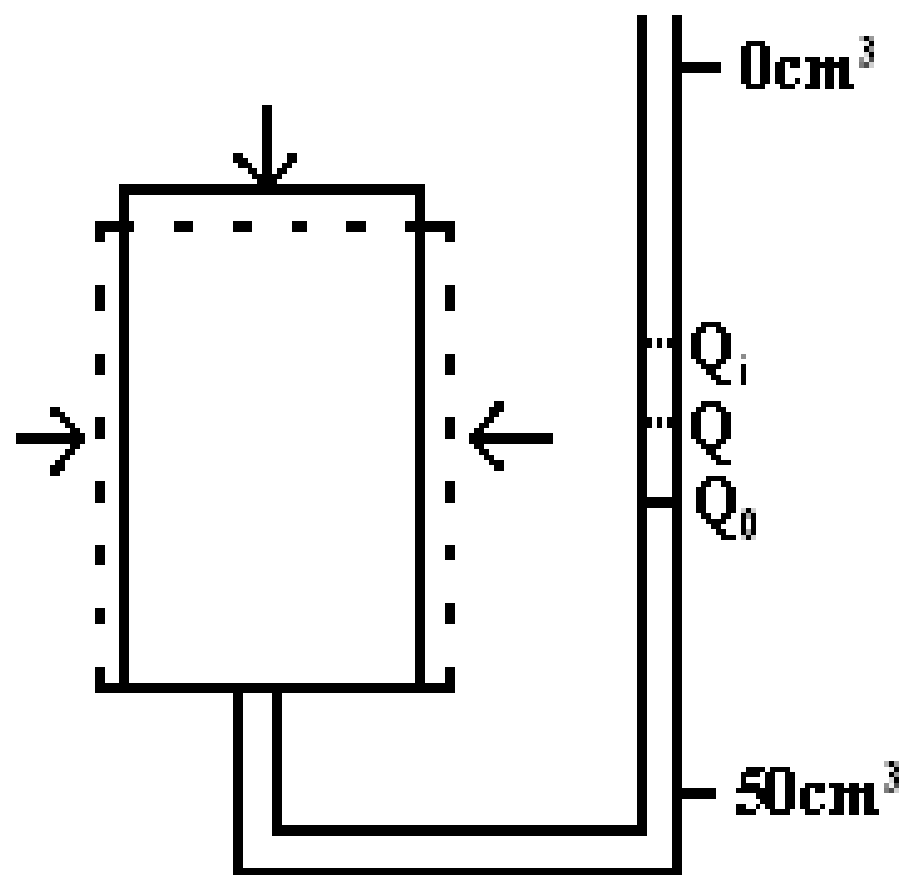


固结排水剪强度包线

■意义：①根据实际的工程需要选择合适的试验方法，提供合理的强度指标。②为有限元等数值分析提供所需的参数

2.操作步骤：

试样初始尺寸： $h_0, d_0 \rightarrow A_0, V_0$



施加围压，固结完后：

$$Q_0 \rightarrow Q \quad \Delta V = Q_0 - Q$$

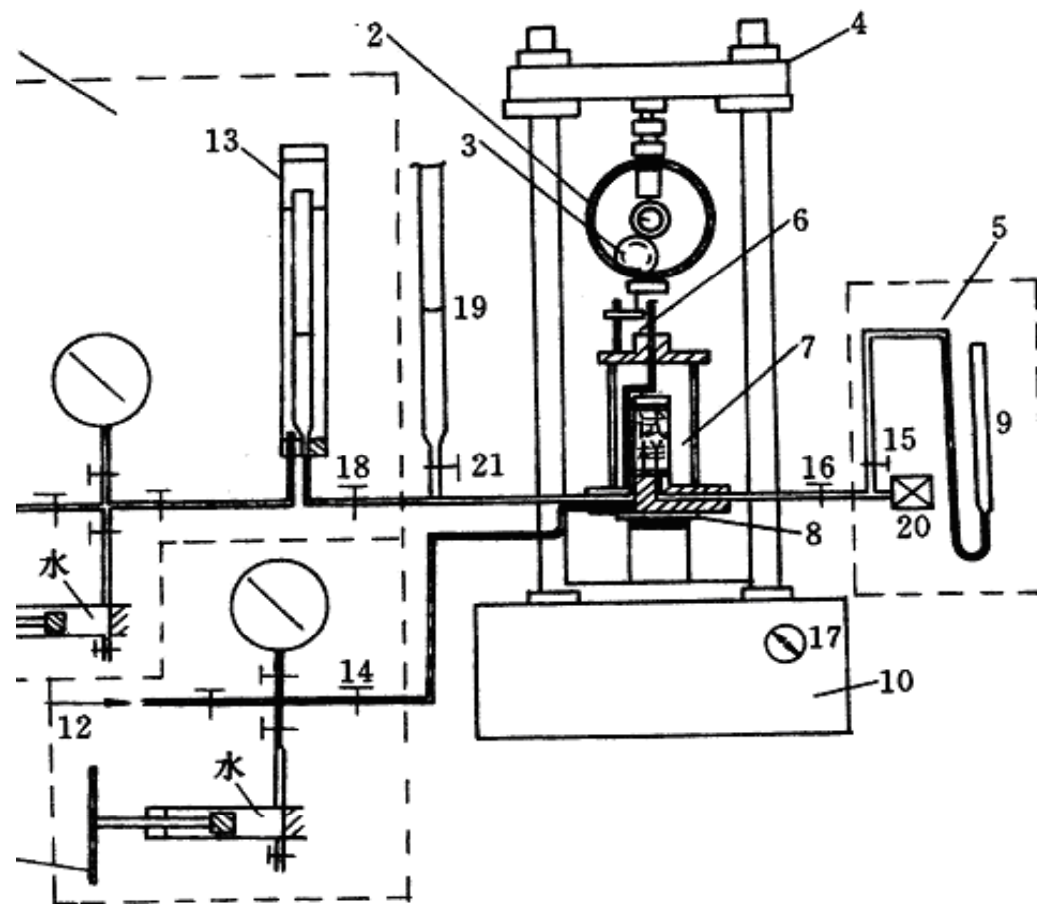
$$\text{固结后高度：} h_c = h_0 \left(1 - \frac{\Delta V}{V_0} \right)$$

$$V_c = V_0 - \Delta V$$

剪切过程中： $Q \rightarrow Q_i$

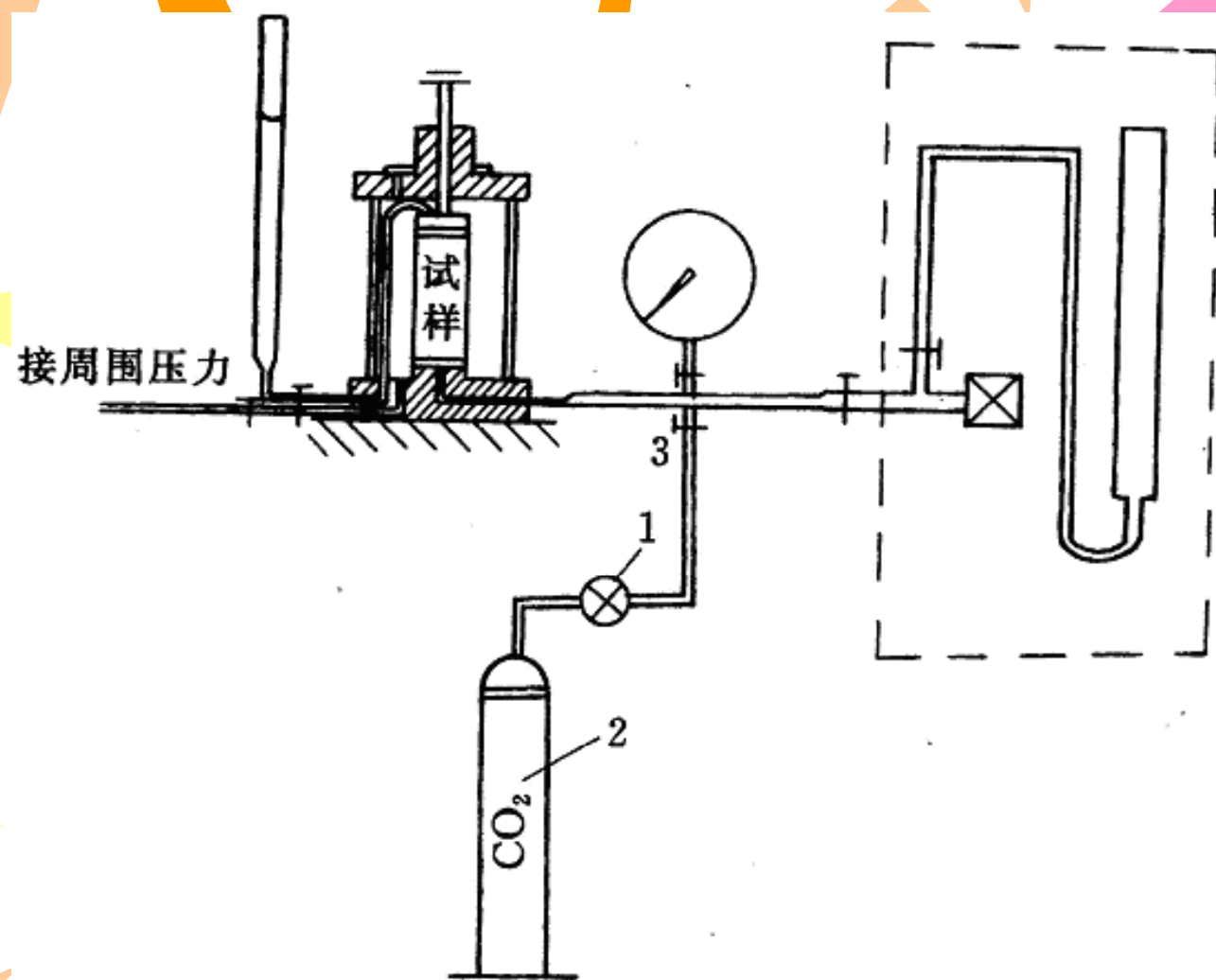
$$\Delta V_i = Q - Q_i \quad R_i = R_c \cdot C$$

$$A_{ai} = \frac{V_c - \Delta V_i}{h_c - \Delta h_i} \quad \Delta \sigma = \sigma_1 - \sigma_3 = \frac{P}{A_c}$$



三轴仪组成示意图

1—控制系统；2—轴向测力计；3—轴向位移计；4—试验机横梁；5—孔
量系统；6—活塞；7—压力室；8—升降台；9—量水管；10—试验机；
11—周围压力控制系统；12—压力源；13—体变管；14—周围压力阀；
15—管阀；16—孔隙压力阀；17—手轮；18—体变管阀；19—排水管；
20—孔隙压力传感器；21—排水管阀



二氧化碳饱和装置图

1—减压阀；2— CO_2 储气瓶；3—供气阀

3.记录与计算:

三 轴 剪 切 试 验 记 录

试验方法: 固结排水剪

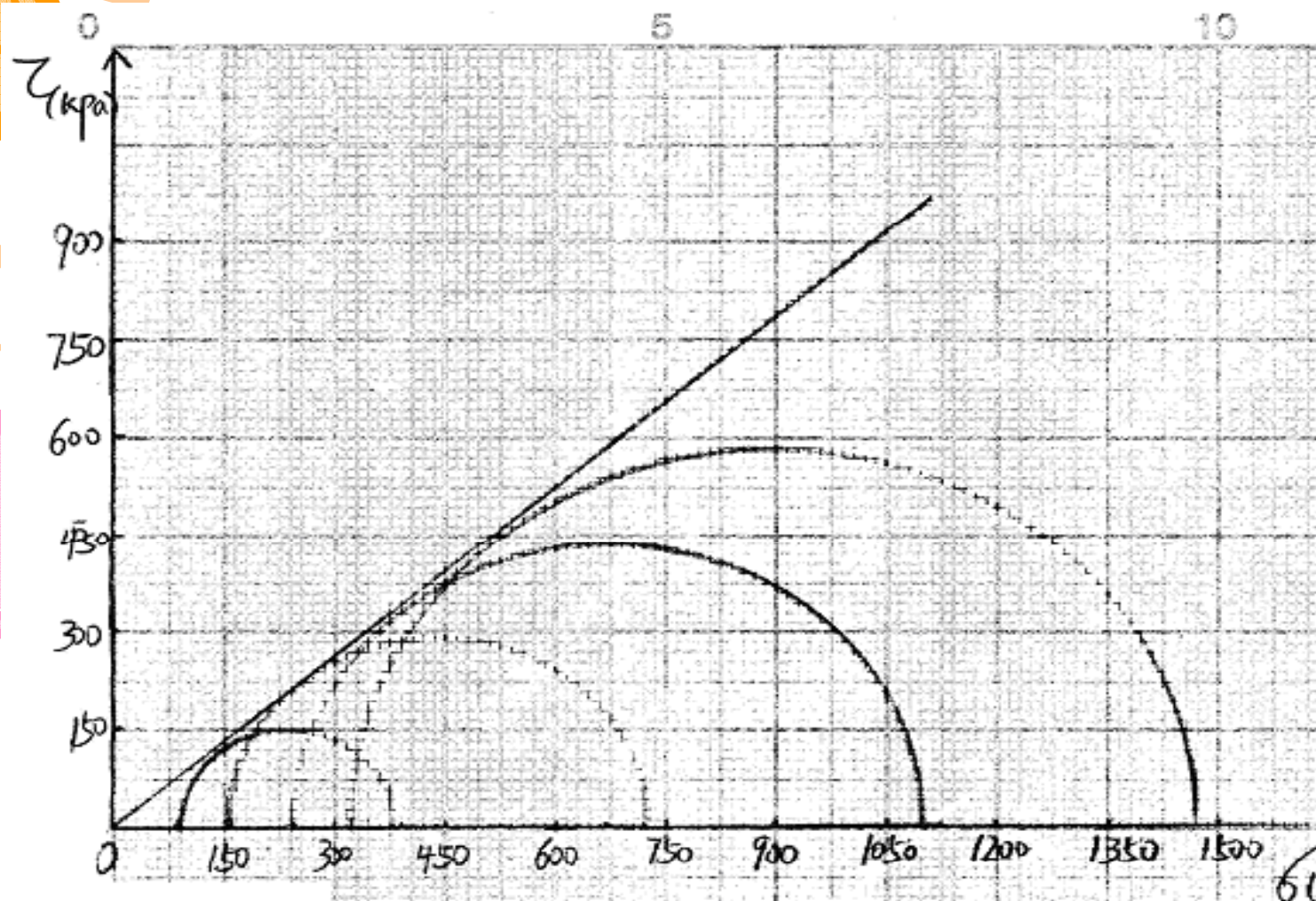
量水管读数: $Q_0 = 27.7$ (cm³) 试样原始高度 $h_0 = 7.8$ (cm) 面积: $A_0 = 12.44$ (cm²)

$Q = 27.7$ (cm³) 试样原始直径 $d_0 = 3.98$ (cm) 体积: $V_0 = 97.04$ (cm³)

铜环标定系数 $C = 7.45$ N/格, 剪应变速率 %/分, 试验材料: 砂土 $\Delta V = Q_0 - Q = 2.2$ cm³ $V_c = V_0 - \Delta V = 94.84$ cm³

周围 压力	量力环 量表读数	活塞 荷重	轴向变形 量表读数	排水管 读数	试样体 积变化	轴向 应变	固结后 高度	固结后 面积	校正后 面积	应力差
σ_1	R_1	$P_1 = C \cdot R_1$	Δh_1	Q_1	ΔV_1	$\epsilon_1 = \frac{\Delta h_1}{h_0}$	$A_0 = A_1 (1 - \frac{\Delta V}{V_0})$	$A_0 = A_1 (1 - \frac{\Delta V}{V_0})$	$A_0 = \frac{V_0 - \Delta V_1}{h_0 - \Delta h_1}$	$(\sigma_1 - \sigma_3) = \frac{P_1}{A_0}$
KPa	格	N	mm	cm ³	cm ³	%	cm	cm ²	cm ²	KPa
σ_0	0	0	0	27.7	0	0	7.74	12.25	12.25	0
8		51.6	0.2	27.6	0.1	0.256			12.27	48.6
28		208.6	0.6	27.5	0.2	0.769			12.32	168.3
40		298.0	1.0	27.4	0.3	1.282			12.37	240.9
48		357.6	1.5	27.6	0.1	1.923			12.48	286.5
50		372.5	2.0	27.9	-0.2	2.567			12.60	295.6
51.5		383.68	2.5	28.4	-0.7	3.205			12.76	300.7
53.6		394.32	3.0	28.7	-1.0	3.846			12.88	310.0
54.7		407.62	4.0	29.5	-1.8	5.128			13.17	309.4
54.9		409.01	5.0	29.1	-2.4	6.410			13.43	304.5

$\Delta \sigma_{max} = 31$



$c=0$ $\varphi=38.5^\circ$

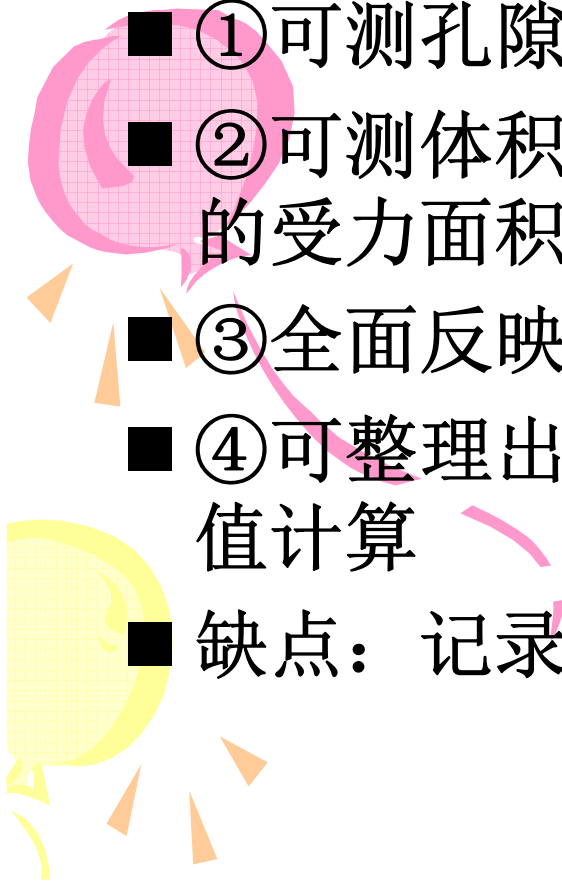
6t



4.讨论

■三轴试验与直剪试验的比较

■优点:

- ①可测孔隙水压力，反映有效应力原理
 - ②可测体积变化，反映剪胀剪缩；算出较为真实的受力面积
 - ③全面反映抗剪强度情况，破坏面为最薄弱面
 - ④可整理出应力应变关系的本构参数，应用于数值计算
- 缺点：记录和整理数据繁琐
- 

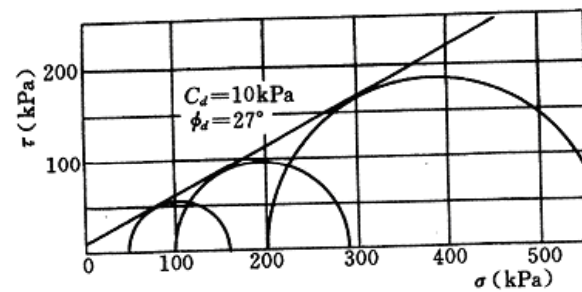


图 5.2.3-3 固结排水剪强度包线

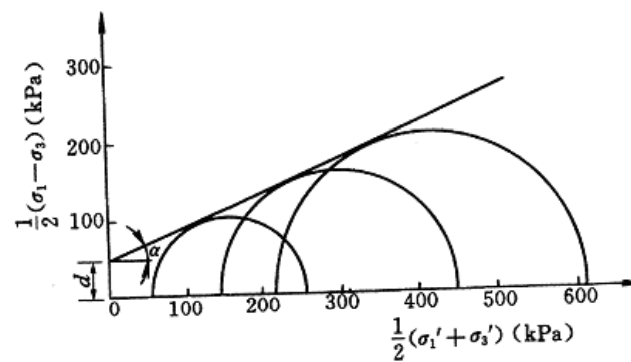


图 5.2.3-4 应力路径包线

$$\phi' = \sin^{-1} \tan \alpha$$

$$c' = \frac{d}{\cos \phi'}$$

式中 α ——平均直线的倾角 (°);
 d ——平均直线在纵轴上的截距, kPa。