

软土的压缩曲线

及川·洋(日)

引言

通常,对一般粘土来说,在正常固结范围内,固结后的孔隙比 e 与固结压力 p 的对数呈直线关系。一般粘土(在半对数坐标图上)的这种特性已成为应用土力学中权威性的经验关系曲线之一。在推导与土的特性有关的理论过程中,例如非线性固结理论和临界状态理论等,该经验关系曲线已成为关键要素之一。但是众所周知,软土(如灵敏粘土、有机质土和泥炭土)的 $e-\log p$ 曲线,即使是在正常固结条件下,也不会呈直线关系。

据Ohira等人(1969)报道,软土在正常固结范围内,当绘制 $\log e$ 与 $\log p$ 曲线图时,其 $e-p$ 关系近似呈一条直线。在 $\log e$ 与 $\log p$ 曲线图中,利用软土的 $e-p$ 线性关系,Yamaguchi等人(1985)提出了一种预测正常固结泥炭的剪应力-应变方法。另外,据Butterfield(1979)对软土(他称之为易压缩

性土)的有关报道,在正常固结范围内, $\log f$ 与 $\log p$ 的关系可用一条直线来表示。 f 为单位体积,定义为 $f=1+e$ 。利用 $\log f$ 与 $\log p$ 曲线的这一线性关系,还推导出了软土的剪应力-应变方程。

综上所述,就软土来说,其 $e-p$ 关系曲线存在有两种不同的线性近似法。但是,所发表的资料中,很少有确切的资料来说明哪一种线性近似更适用于大多数软土。为了阐明这个问题,我们对大量的 $e-p$ 关系曲线(由土的固结试验中获得的)进行了验证。

用于本次研究的资料

许多土质调查所对广泛分布于日本东北部秋田平原的各种类型的土,诸如泥炭、有机质土和一般粘土等,都进行了大量的固结试验。从为数众多的资料中,选用了其中一部分试验结果来验证土的 $e-p$ 关系曲线。这些土的天然含水量范围从25%到941%,天然孔隙比从0.7到17。

要提高为读者服务质量,不仅要考虑和做好以上谈到的三个方面的因素,其它方面也是需要改进的。

我们要不断加强图书馆的科学管理,推行全面质量管理,改变过去一贯等待服务的方式,走出去、送书上门,满腔热情地接待读者,帮助读者解决各种实际问题,做到有章必依、执章必严、违章必究、平等待人,把影响提高服务质量的诸因素找出来,一一加以解决,更好地、更有效地提高为读者服务的质量。

参 考 书 目

- ①教科书“藏书建设与读者工作”,沈继武
- ②“办好专业图书资料室的几点体会” 吕慧芳,图书情报工作 1981.6
- ③“阅览室工作漫谈” 李锦芳 图书情报工作 1981.6
- ④“专业图书馆如何为专业服务” 赵英魁 潘钰 图书馆杂志 1982.1
- ⑤《图书馆学通讯》 1987.4

研究结果及探讨

本次研究得出各类土的典型 $e-\log p$ 曲线如图 1 所示, 每条曲线标记了分析土样的天然含水量。正如图中所表示的以及许多研究人员所证实的一样, 当土的天然含水量高于某一数值(在此为 212%) 时, 其 $e-\log p$ 曲线根本不是直线关系。当天然含水量低于 212%, 而压力超过某一数值时, 土的 $e-\log p$ 曲线可用一条直线来表示。

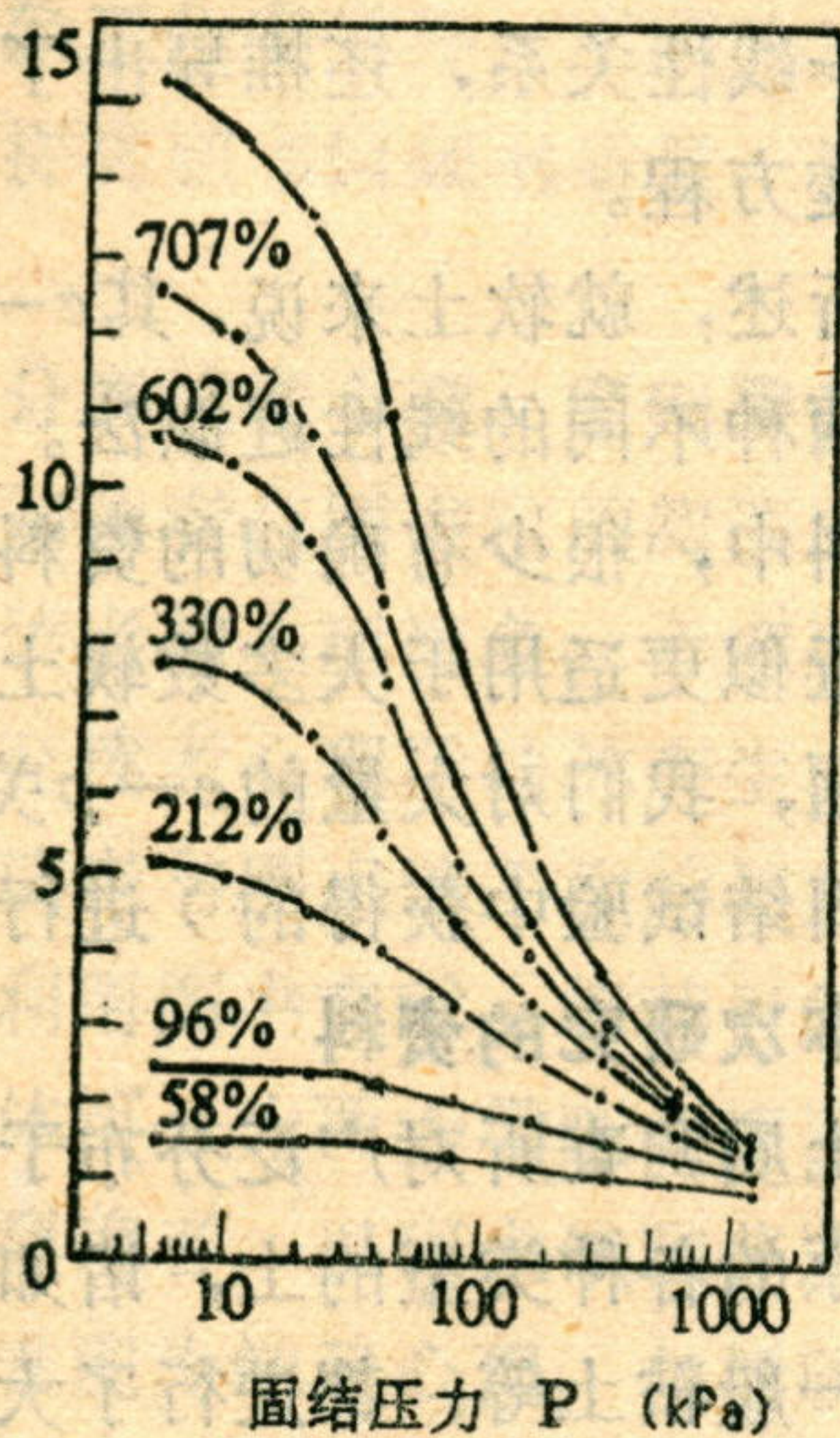


图 1 典型的 $e-\log p$ 曲线

$\log e-\log p$ 曲线与 $\log f-\log p$ 曲线的对比资料分别列于图 2、图 3 中。正如 Ohira 等人和 Butterfield 所报道的, 多数土的 $\log e-\log p$ 与 $\log f-\log p$ 曲线都可用两个直线段来表示。这样, 就产生了两个问题: (1) 对软土来说, $\log e-\log p$ 曲线或 $\log f-\log p$ 曲线哪一种线性更好? (2) 对于 $e-\log p$ 曲线呈线性的土来讲, $\log e-\log p$ 或 $\log f-\log p$ 曲线是否比 $e-\log p$ 曲线的线性更好?

为了阐明上述问题, 利用正常固结范围内土的 $e-p$ 资料, 来统计每件试样 $\log e$ 和 $\log p$ 、 $\log f$ 和 $\log p$ 以及 e 和 $\log p$ 之间的相关系数。然后相互进行比较。每个土样的正常固结范围是在高于由 Casagrande 图解法 (Cas-

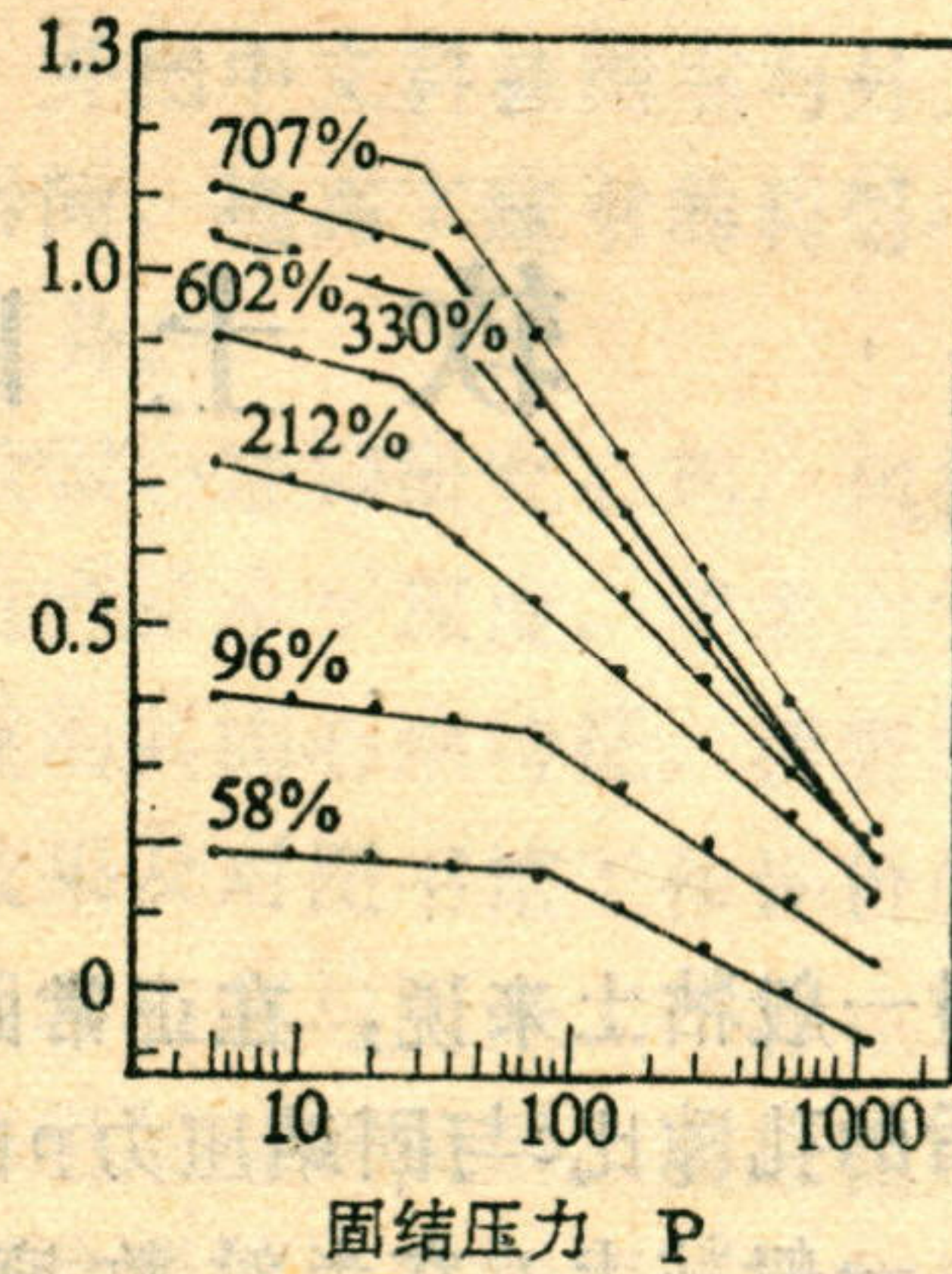


图 2 典型的 $\log e-\log p$ 曲线

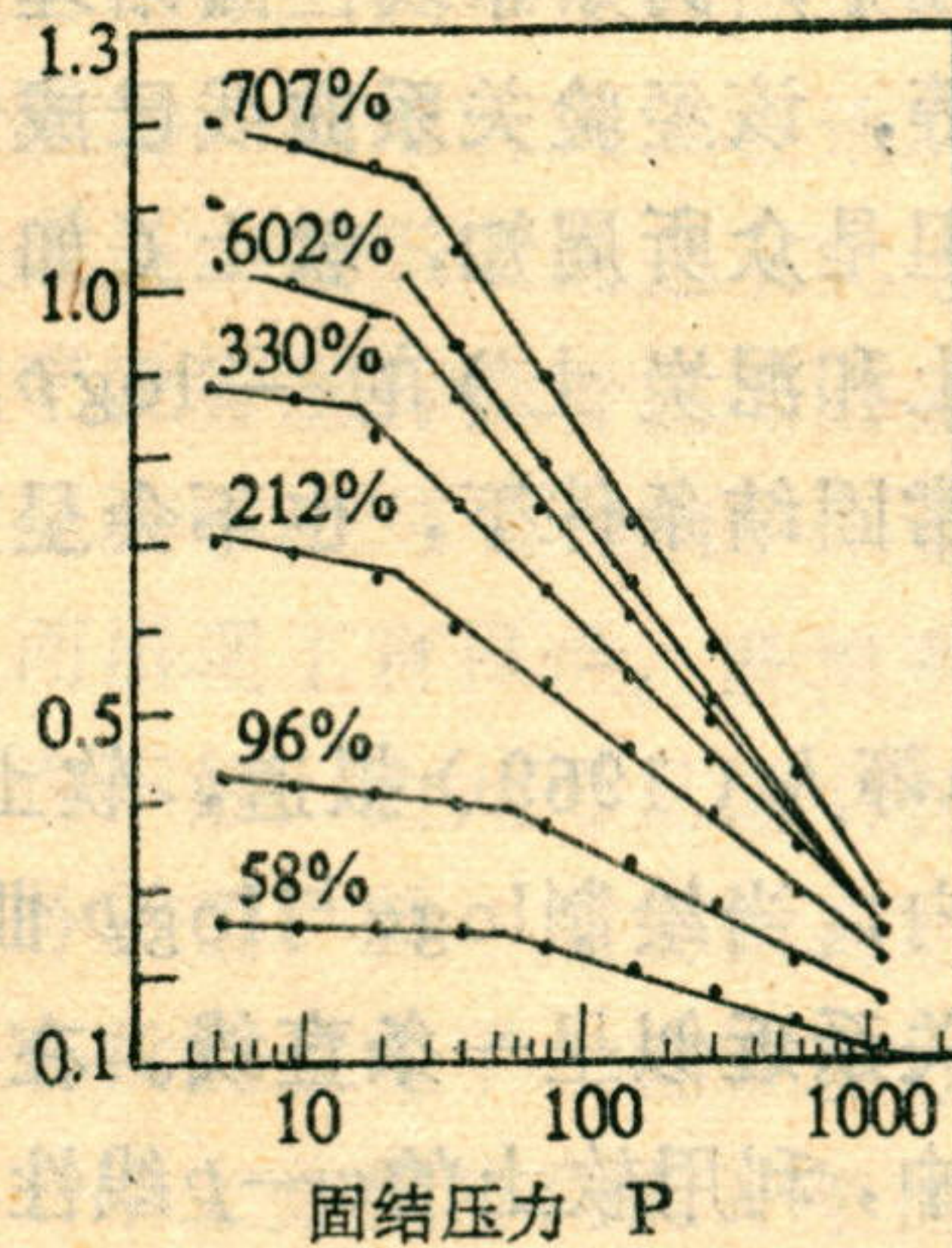


图 3 典型的 $\log f-\log p$ 曲线

agrande 1963) 求出的固结屈服应力的压力范围内确定的。

将统计出的每件土样 e 和 $\log p$ 之间的相关系数 (本文用符号 R 表示) 与该土样的天然含水量 W_n 的关系绘于图 4 中。由图可见, R 值随 W_n 的增加而减小。这表明土的 $e-\log p$ 曲线随着天然含水量 W_n 增加而变为非线性关系。

$\log e$ 和 $\log p$ 之间的相关系数 (用符号 R^e 表示) 以及 $\log f$ 和 $\log p$ 之间的相关系数 (用符号 R_f 表示) 对应于天然含水量 W_n 的关系分别绘于图 5、图 6 中。从图中可看出, 天然含水量 W_n 越大的土, 其 R_e 和 R_f 值就越高,

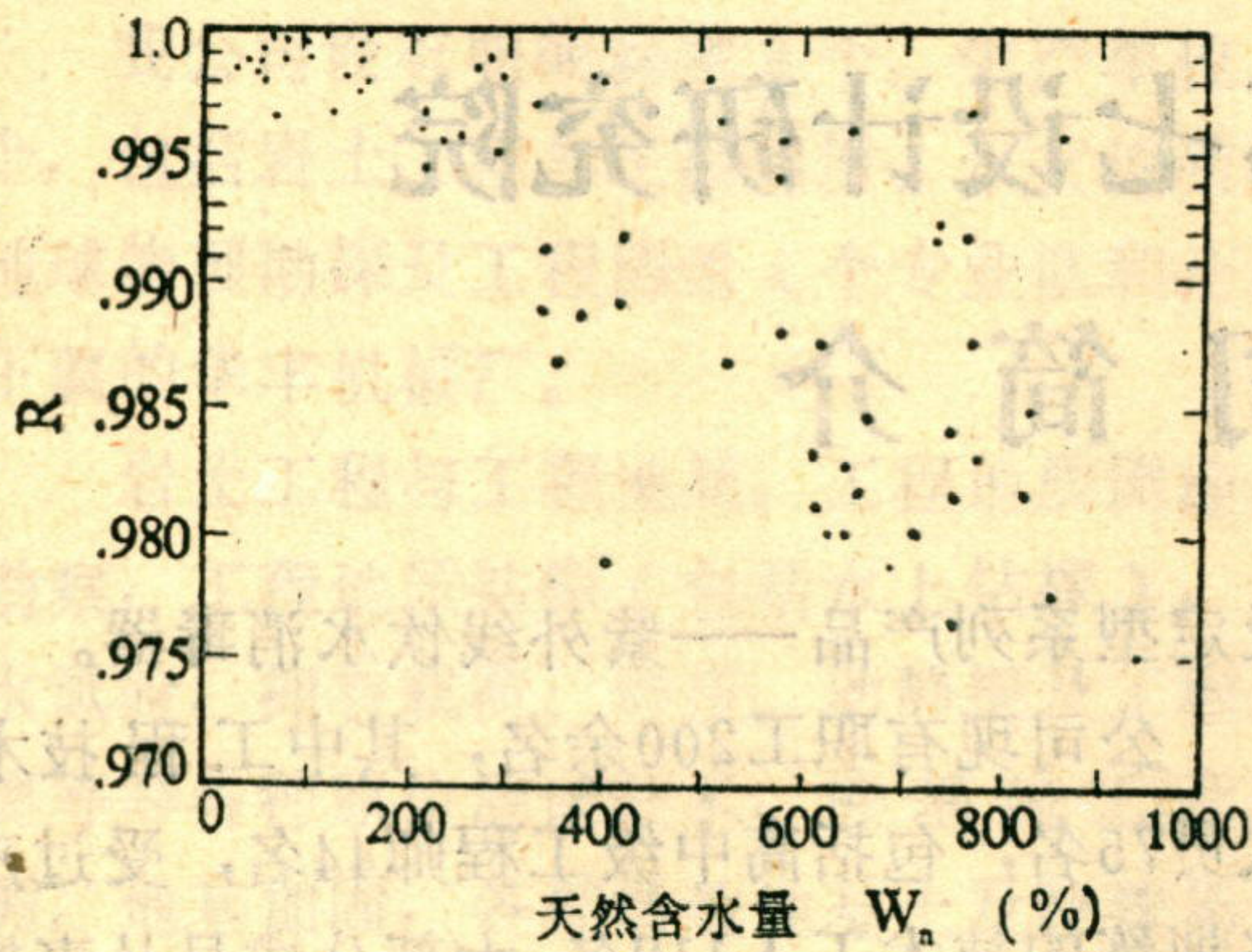


图4 R与Wn的关系

一般 > 0.995。

R_e 值与 R_f 值关系比较见图7。从图中可看出，在天然含水量 W_n 变化幅度很大的范围内，绝大多数 R_f 值都比 R_e 值高。据此，可得出以下结论：正常固结范围内的土，其 $\log f - \log p$ 曲线的线性要比 $\log e - \log p$ 曲线的线性好。

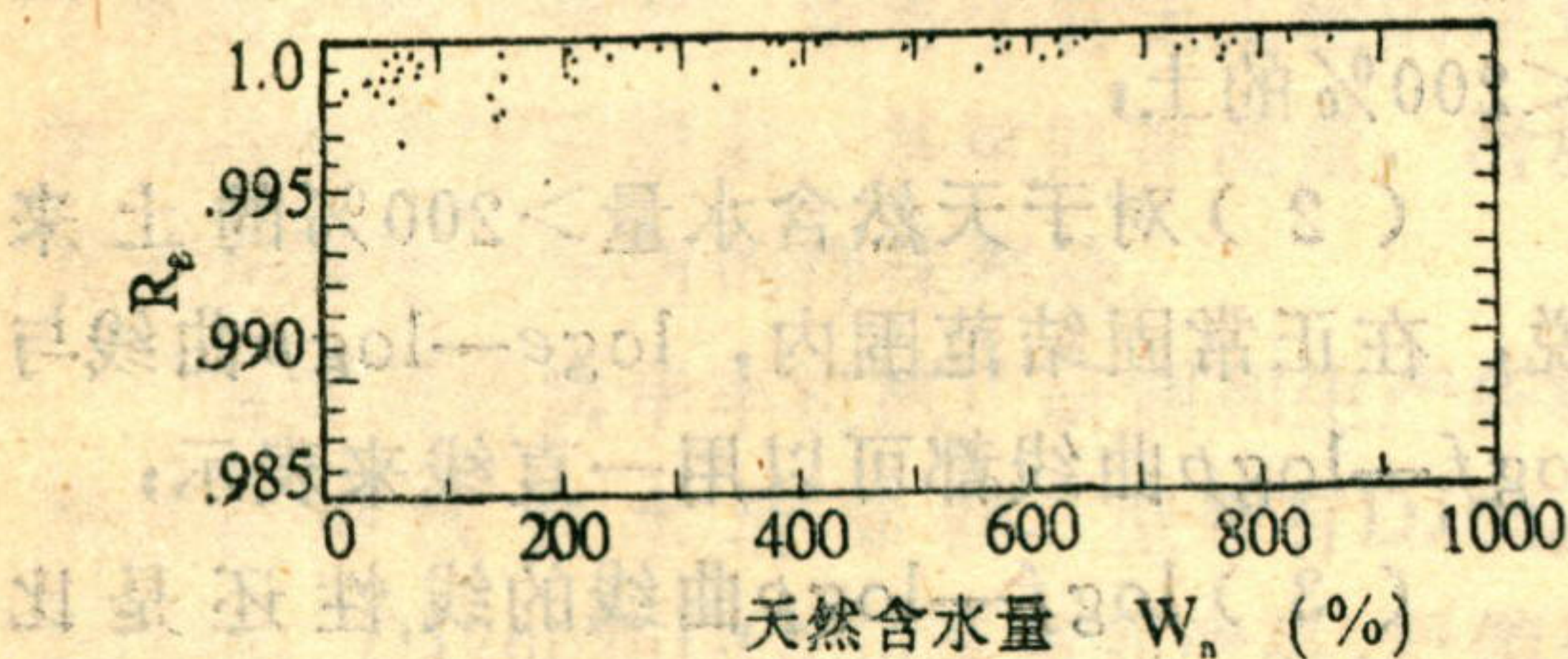


图5 R_e 与 W_n 的关系

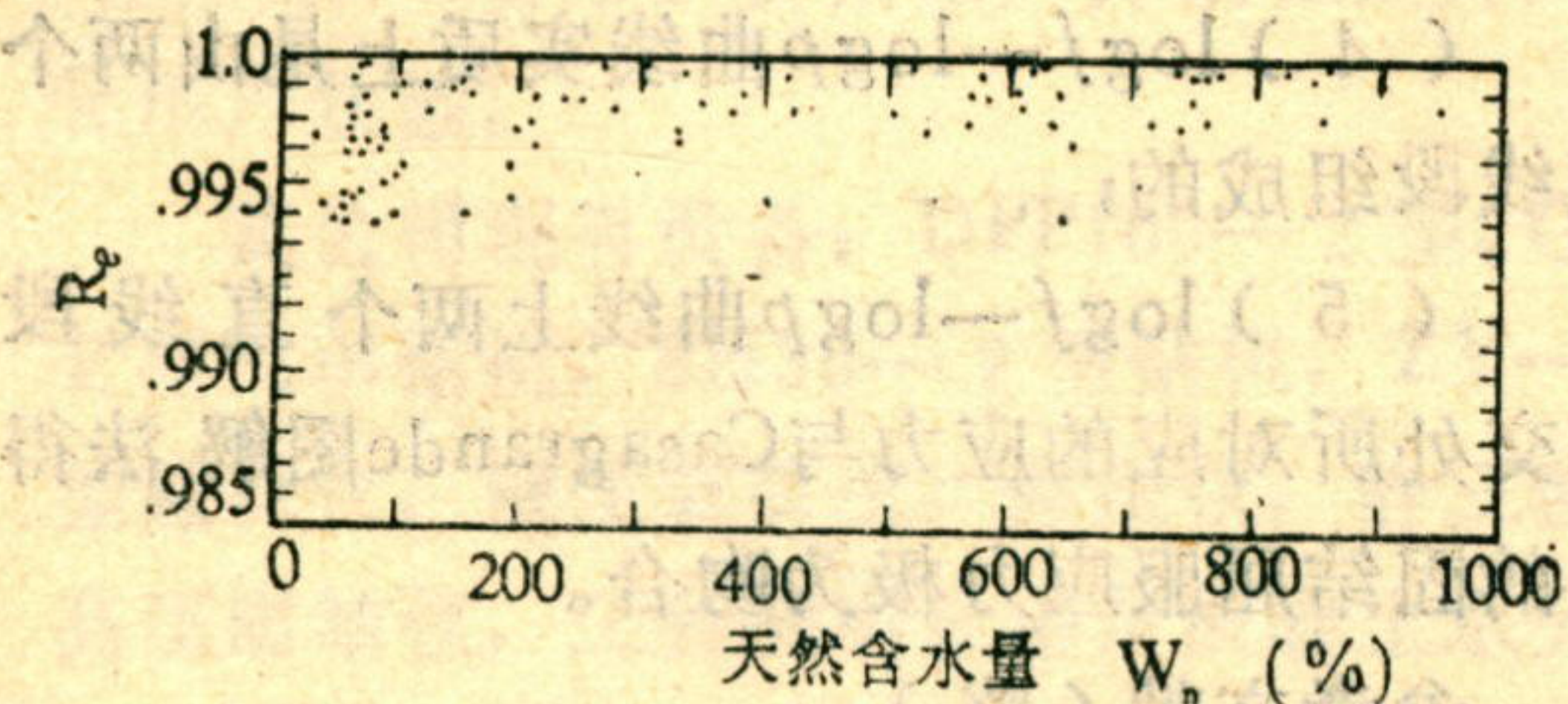


图6 R_f 与 W_n 的关系

图8给出了R值与 R_f 值的关系比较。从图中可看出，当天然含水量大约 < 200% 时，土的R值比 R_f 值高。因此，从图7、图8中可得出以下结论：(1)在正常固结范围内， $e - \log p$ 曲线呈一条直线的土为天然含水

量 < 200% 的土；(2)对天然含水量 > 200% 的土来说，在正常固结范围内， $\log f - \log p$ 曲线的线性要比 $e - \log p$ 或 $\log e - \log p$ 曲线的线性好。

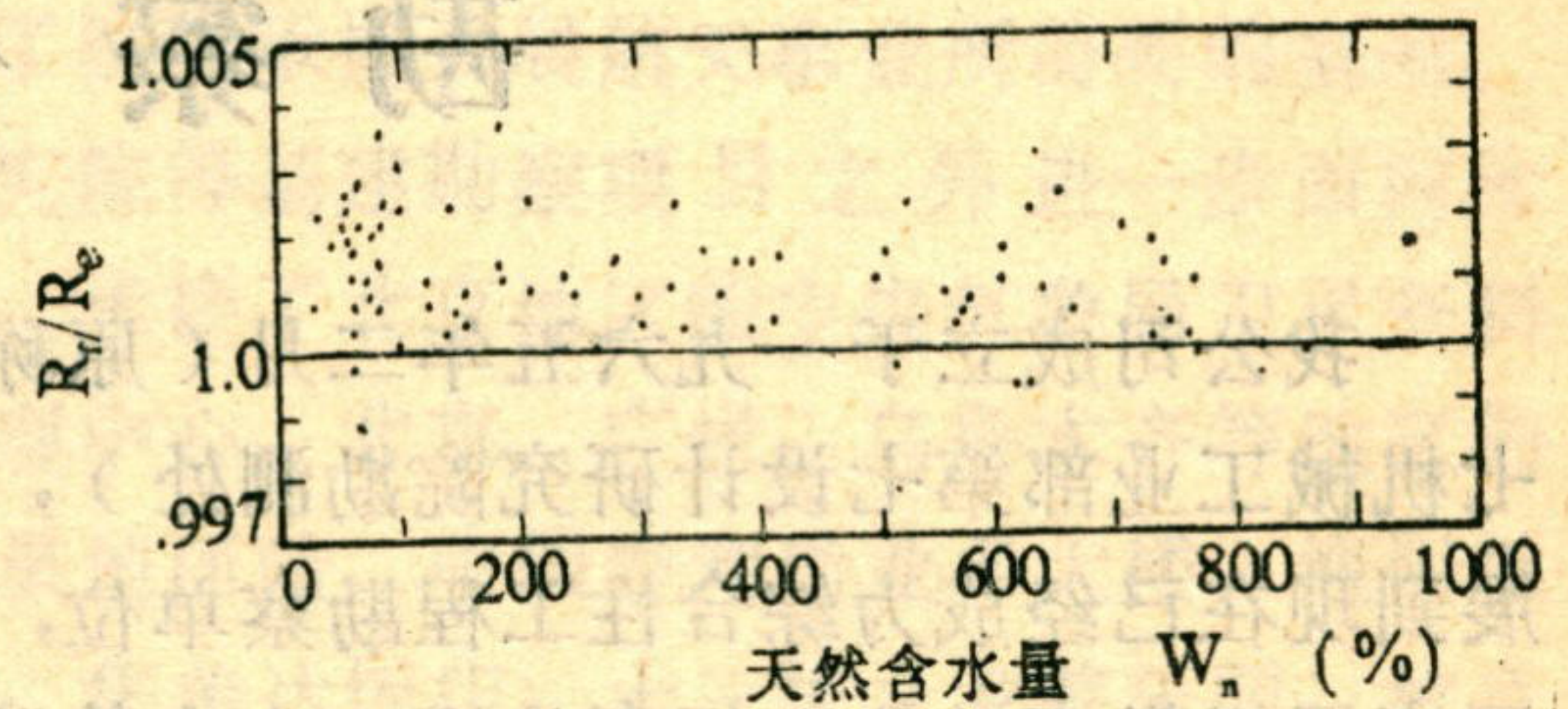


图7 R_e 与 R_f 之间的关系比较

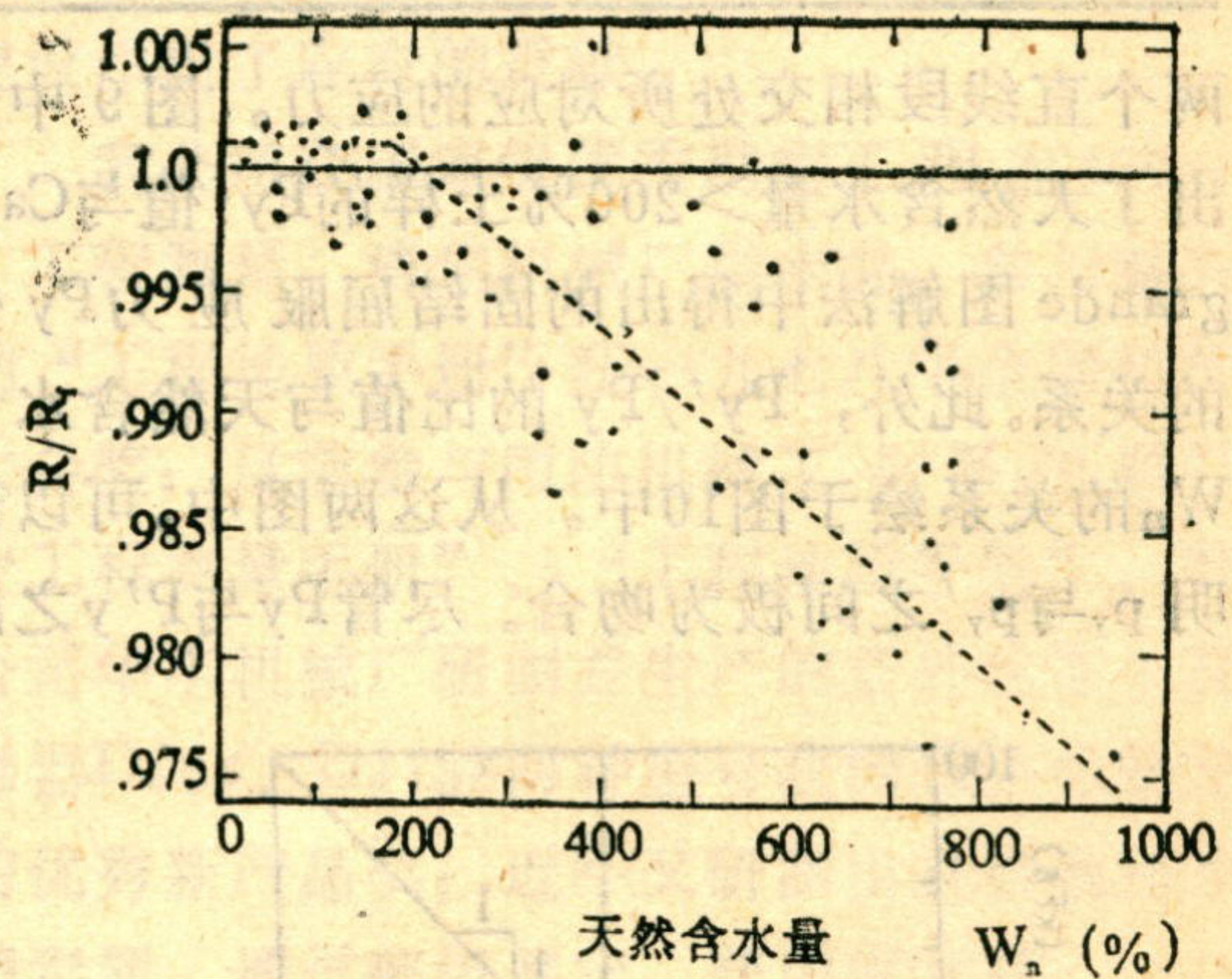


图8 R_f 与R之间的关系比较

固结屈服应力

从土的固结试验结果中来确定固结屈服应力 p_y 值已有好几种方法。最常用的一种是由Casagrande提出的。然而，大家都知道，这种方法不太精确。本文将用实际资料来说明，利用 $\log f - \log p$ 曲线的线性能很容易确定软土的固结屈服应力。

正如图3所示，软土的 $\log f - \log p$ 曲线实质上是由两个直线段组成的。图3所示的各类软土 $\log f - \log p$ 形状相似的曲线，在Butterfield提出的图中也可见到。但是他没有说明，在 $\log f - \log p$ 曲线上两条直线交点所对应的应力的力学含意。

在 $\log f - \log p$ 曲线上，我们用 P'_y 表示

航空航天工业部第七设计研究院

勘察公司简介

我公司成立于一九六五年二月（原称第七机械工业部第七设计研究院勘测处），发展到现在已经成为综合性工程勘察单位，是国家甲级勘察单位。拥有先进、齐全的勘察设备、仪器，技术力量雄厚。并有机械加工

及定型系列产品——紫外线饮水消毒器。

公司现有职工200余名，其中工程技术人员75名，包括高中级工程师44名，受过严格训练的技术工人119名。大部分成员从事勘察工作在二十年以上，并不断把新理论、新

两个直线段相交处所对应的应力。图9中绘出了天然含水量 $>200\%$ 土样的 $P_{y'}$ 值与Casagrande图解法中得出的固结屈服应力 P_y 值的关系。此外， $P_{y'}/P_y$ 的比值与天然含水量 W_n 的关系绘于图10中。从这两图中，可以说明 P_y 与 $P_{y'}$ 之间极为吻合。尽管 P_y 与 $P_{y'}$ 之间

为什么极为吻合的原因尚不清楚，但是，从 $\log f - \log p$ 曲线两个直线段的交点中能够很容易地确定软土的固结屈服应力。

结论

由本次研究得出以下结论：

(1) 在正常固结范围内， $e - \log p$ 曲线能用一条直线来表示的土是天然含水量 $<200\%$ 的土；

(2) 对于天然含水量 $>200\%$ 的土来说，在正常固结范围内， $\log e - \log p$ 曲线与 $\log f - \log p$ 曲线都可以用一直线来表示；

(3) $\log f - \log p$ 曲线的线性还是比 $\log e - \log p$ 曲线的线性要好；

(4) $\log f - \log p$ 曲线实质上是由两个直线段组成的；

(5) $\log f - \log p$ 曲线上两个直线段相交处所对应的应力与Casagrande图解法得出的固结屈服应力极为吻合。

参考文献（略）

译自日本土力学及基础工程学会论文报告集
Vol.27, No.3, 99—104, Sept.1987

机械电子工业部北方勘察研究院

刘秀梅翻译

张大杰校对

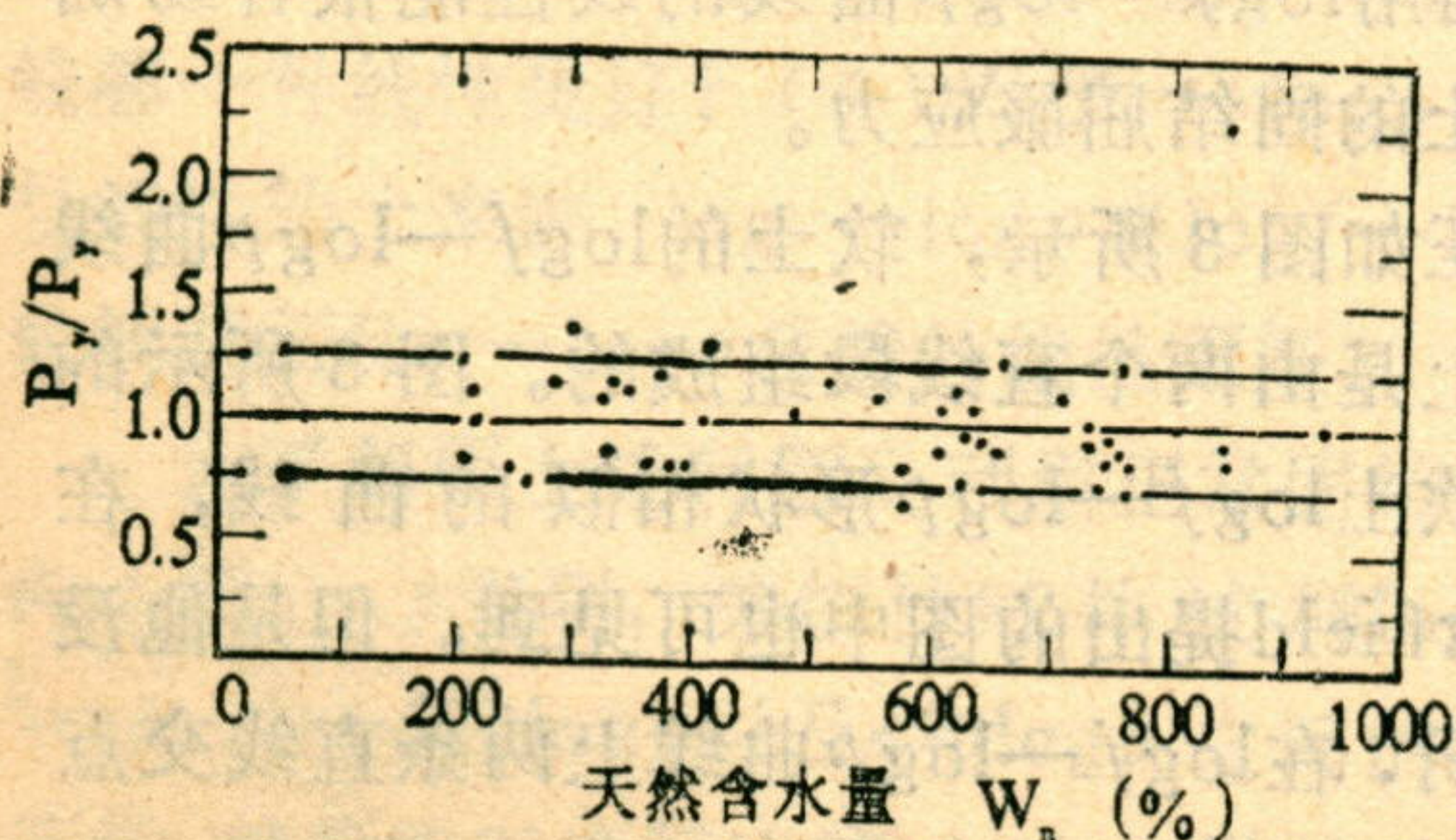
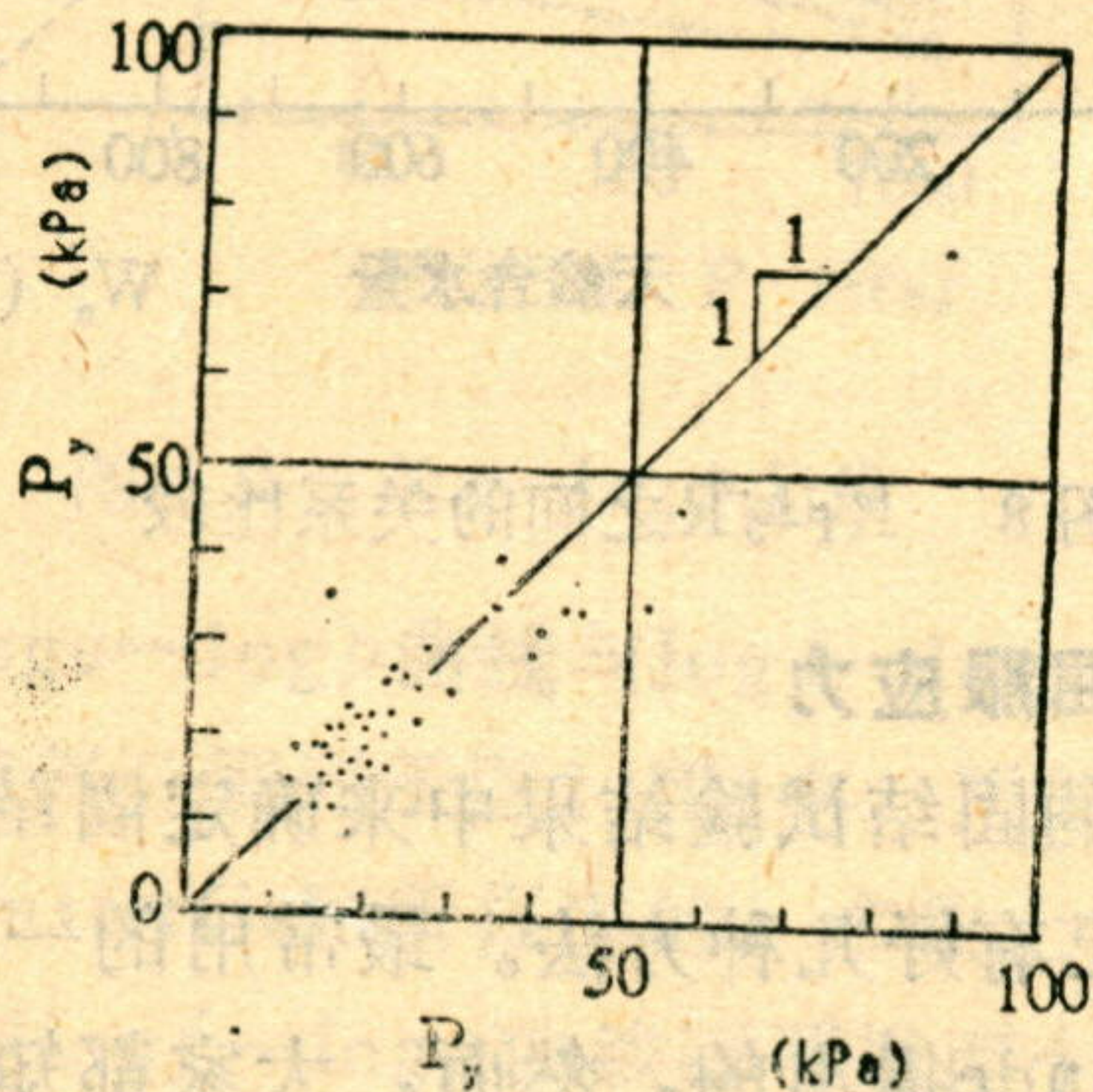


图10 $P_{y'}$ 与 P_y 的比值