

水运工程技术资料

10

地下连续墙专辑

人民交通出版社

水运工程技术资料

10

地下连续墙专辑

交通部水运规划设计院情报室 组译

人 民 交 通 出 版 社

水运工程技术资料(10)

地下连续墙专辑(一)

交通部水运规划设计院情报室 组译

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 7.5 字数: 176千

1980年3月 第1版

1980年3月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—2,600册 定价: 0.64元

内 容 提 要

本辑资料刊载六篇国外地下连续墙、挡土墙方面的译文：日本竹中式地下连续墙构筑法(TBW 构筑法)设计规程；单拉杆挡土墙；采用24对测试撑杆测定主动土压力和被动土压力；地下连续墙技术在英国布利斯特港建设中的应用；PREFASIF 法预制壁——应用实例；地下连续墙的施工技术。可供水运工程设计、施工技术人员和有关院校师生参考

目 录

日本竹中式地下连续墙构筑法 (TBW 构筑法) 设计规程.....	1
单拉杆挡土墙.....	60
采用四十二对测试撑杆测定主动土压力和被动土压力	86
地下连续墙技术在英国布里斯托新港建设中的应用	96
PREFASIF 法预制壁——应用实例.....	102
地下连续墙施工技术	108

日本竹中式地下连续墙构筑法

(TBW构筑法) 设计规程

日本竹中工务店

一、目 的

本设计规程为采用《竹中式地下连续墙构筑法》建造地下连续墙(以下简称TBW墙)作为结构物时的基本设计方法。本规程系根据下述《标准》、《通知》和《规范》以及本构筑法的特殊问题所进行的各种实验结果而制定的。

《建筑标准》

《建筑标准实行通知》

《建设省通知》

《钢筋混凝土结构设计规范及其说明》

《钢结构设计规范及其说明》

《建筑基础结构设计规范及其说明》

本设计规程与《竹中式地下连续墙构筑法施工规程》(以下简称《施工规程》)为姐妹篇。本规程只适用于按《施工规程》建造的TBW墙。

《竹中式地下连续墙构筑法》(TAKENAKA BASEMENT WALL PROCESS, 简称TBW构筑法)是指从地面建造地下墙,作为临时性挡土墙、永久性挡土墙、抗震墙以及承重墙的设计和施工。墙体在施工时,按分段浇注,但根据上述用途,从构造上连成整体。因此,既可作地下建筑物,又可作承受土压力、水压力的地下墙和挡土墙、防渗墙。此外,还可以作为建筑物基础的承重墙。

构筑方法是:在地基中挖槽,用泥浆护壁,在槽中浇注墙体,即所谓现浇混凝土墙。由于施工过程中受种种因素的影响,因此为了保证一定的质量,根据《施工规程》及其他有关规程,制订相应的管理办法。

用本施工方法构筑的地下建筑物与普通的钢筋混凝土建筑物有一定的区别。在本规程中指出了这些不同点,并指明那些可按普通混凝土计算,那些则应进行特殊的计算,还尽可能详细地叙述了这些特殊计算所根据的实验结果。

二、适用范围

(1)本规程适用于用《竹中式地下连续墙构筑法》建造TBW墙作挡土墙、抗震墙、承重墙时的结构设计。此外,也适用于作临时性挡土墙的结构设计。

(2)根据特定的调查、试验进行的设计,可不按本规程。

当不用本规程时，应根据所依据的实验，单项研究后进行设计，必要时需经有关方面批准实行。此外，如果建造的墙体在精度和结构强度方面不能满足 TBW 墙的要求时，不能应用本规程。

其鉴别方法，对开挖精度可用超声波仪测定，对混凝土强度，应从已建成的墙体中用钻探取试件进行强度试验。

开挖精度标准如下：

开挖垂直度	1/250以上；
墙面平整度	土颗粒直径 ± 20 毫米。

三、设计要点

(1) TBW 墙应根据其不同用途进行设计，但必须保证在施工过程的各种条件下不产生过大的应力、变形及龟裂等。

(2) 墙段与墙段的接头位置，应根据单元墙段的分段长度、与主要构件的连接位置等而定，并根据所传递的力配置足够的接头装置。

此外，TBW 墙和主要构件的接头装置应能足够承受 TBW 墙和主要构件的刚度所产生的力。

(3) TBW 墙作为承重墙时，应支承在良好的地基上。

(4) 设计 TBW 墙时，应考虑由于建造的地基条件所可能出现的情况。

(1) TBW 墙可以作临时性挡土墙、永久性挡土墙、抗震墙、承重墙，但在建成建筑物之前，在某些情况下，可把 TBW 墙临时作为他用，如经常把 TBW 墙先作为临时性挡土墙，而后作为所要建造的建筑物。这时，对每个过程所产生的外力都应具有足够的安全系数。

(2) 抗震墙、承重墙等墙体和主要构件共同起作用的 TBW 墙，在设计阶段就应考虑保证其各部分都能承受所传递的力。例如：从上往下顺次传递的水平力，通过适当加厚的第一层隔板，以保证将力较易地传到四周。墙内和墙外接头装置的布置以及承重墙和其他基础的布置等，都应使力的传递合理。

(3) TBW 墙作承重墙时，其持力层选定在良好的土质上，同时应避免力的传递过程中出现过大的偏心。此外，与其他基础组成混合基础时，应研究变形和承载力间的相互关系。

(4) TBW 墙由于其建造的地基条件不同，开挖的垂直度、墙面的平整度均有差别。一般地说开挖越困难的地基，其精度也越低，如砂砾地基、硬粘土地基等就是属于这类，其垂直度接近标准值的下限 (1/250)。此外，墙面平整度在粗颗粒土层中出现相应于该粒径的墙面凹凸程度。在个别情况下，也发生局部坍塌。因此，设计时根据不同的地基条件，在墙体和主要构件之间应留有必要的余量。

本规程使用的名称和符号如下：

TBW 墙的各部分名称：单元墙是一次整块浇注成的墙体，墙的厚度称墙厚，墙的深度称墙深，墙面的宽度称墙长。单元墙又称单元墙段。

挡土墙——承受土压力、水压力的 TBW 墙；

承重墙——建造在有承载力的良好地基上，能承受垂直荷载的 TBW 墙；

主要构件——除 TBW 墙外，建筑物的柱、梁等构件；

垂直接头处——TBW 墙各单元墙段间垂直连接部分；

墙内接头装置——TBW 墙的各单元墙段间垂直接头处的结构上的连接装置；

墙外接头处——TBW 墙和主要构件的结合部分；

墙外接头装置——TBW 墙和主要构件的连接装置；

顶端接头处——TBW 墙顶端和梁的浇注连接部分；

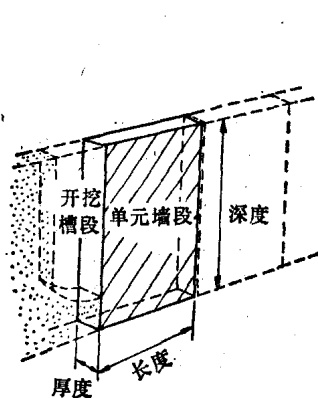


图3-1 TBW墙各部分名称

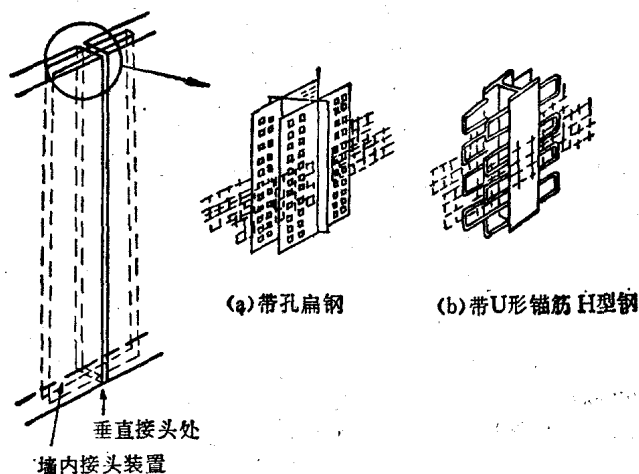


图3-2 单元墙段接头部位

顶端接头装置——TBW 墙顶端和梁的结构上的连接装置；

侧压力——作用于 TBW 墙的墙外水平方向的压力，即水压力和土压力之和；

水平力——作用于 TBW 墙的墙内水平方向的力，包括地震力、风压力、偏心作用的土压力、水压力；

垂直力——作用于 TBW 墙的自重和主要构件所传递的力的垂直分力；

临时性设施——在墙体和主要构件结合成永久性构造物之前，用于挖土时作挡土墙等的TBW 墙。

永久性设施——TBW 墙与主要构件结合成构造物之后的 TBW 墙。

上述名称见图3-1~图3-3。

符号：

A_p ——承重墙的断面面积（米²/米）；

A_s ——一块带孔扁钢的最小断面面积（厘米²/米）；

a_d ——斜补强筋所需的断面面积（厘米²/米）；

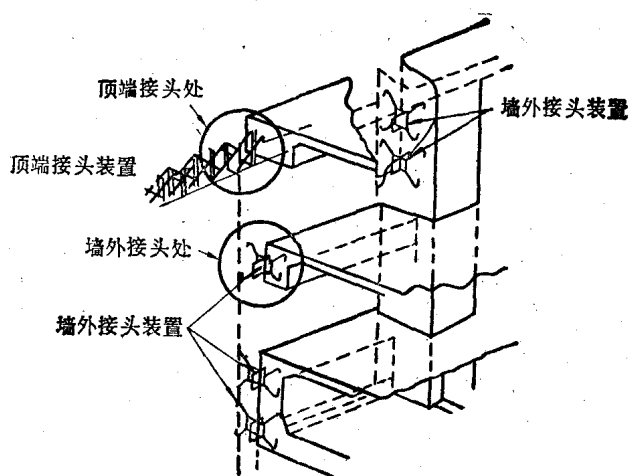


图3-3 地下连续墙和主要构件的结合部位及其名称

a_t ——钢筋断面积 (厘米²/米) ;
 a_1, a_2, a_3, a_4 ——所需钢筋断面积 (厘米²/米) ;
 B ——墙厚或梁宽 (厘米) ;
 B_e ——有效墙厚 (厘米) ;
 b ——型钢翼缘宽度或钢材宽度 (厘米) ;
 b_e ——钢材有效宽度 (厘米) ;
 C ——粘着力 (吨/米²) ;
 D ——TBW 墙的埋置深度 (米) ;
 D_f ——承重前的泥面最低处到墙下端的深度 (米) ;
 E ——混凝土弹性模量 (公斤/厘米²) ;
 e ——孔隙比 ;
 F_B ——混凝土的抗压强度 (公斤/厘米²) ;
 F_C ——混凝土的设计标准强度 (公斤/厘米²) ;
 F_s ——混凝土的要求强度 (公斤/厘米²) ;
 $F_{N_{\max}}$ ——负摩擦力作用于承重墙中和点的轴向力 (吨/米) ;
 F_{NP} ——传至承重墙下端的负摩擦力 (吨/米) ;
 f_c ——混凝土的临时荷载允许应力 (公斤/厘米²) ;
 f_n ——负摩擦力 (吨/米²) ;
 f_s ——允许剪切应力 (公斤/厘米²) ;
 f_t ——钢筋的允许拉应力 (公斤/厘米²) ;
 H ——梁高 (厘米) ;
 h ——钢材高度或带孔扁钢的孔高 (厘米) ;
 h' ——深度 Z 处离地下水面的高度 (米) ;
 K_A ——作用于挡土墙的侧压力系数 ;
 K_R ——框架的水平刚度 (吨/厘米) ;
 K_W ——内墙的水平刚度 (吨/厘米) ;
 ${}_TK_W$ ——TBW 墙的水平刚度 (吨/厘米) ;
 ${}_TK_{Wi}$ ——TBW 墙 i 段的水平刚度 (吨/厘米) ;
 L ——TBW 墙的深度 (米) ;
 l ——钢筋的锚固长度 (米) ;
 l_e ——钢筋的有效长度 (米) ;
 l_o ——喇叭形坡口焊的焊缝长度 (厘米) ;
 l_{PL} ——钢材长度 (厘米) ;
 ${}_Tl_W$ ——TBW 墙长度 (厘米) ;
 M_H ——永久性的横向最大弯矩 (吨·米/米) ;
 M_v, M_v ——临时性和永久性的纵向最大弯矩 (吨·米/米) ;
 N ——标准贯入试验的击数 ;
 N_1 ——承重墙下端以下 $2B$ 间的平均 N 值 ;
 N_2 ——承重墙下端以上 $10B$ 间的平均 N 值 ;
 N_c, N_q, N_γ ——承载力系数 ;

n —— 每米深度的变形钢筋根数，或一块带孔扁钢每米深的孔数；
 n_a —— 锚筋数（根）；
 P —— 承重墙所承受的建筑物荷载（吨）；
 P_A —— 作用于挡土墙的主动土压力（吨/米²）；
 P_p —— 作用于挡土墙的被动土压力（吨/米²）；
 P_s —— 剪切补强筋含钢率；
 P_t —— 所需要的受拉钢筋含钢率；
 Q —— 总剪力（吨）；
 Q_H —— 永久性的横向最大剪力（吨/米）；
 Q_J —— 每米长或每个的剪力（吨/米或吨/个）；
 Q_p —— 承重墙下端处地基的临时荷载允许承载力（吨/米）；
 Q_u —— 极限剪力（吨/米或吨/个）；
 Q'_v, Q_v —— 临时性和永久性的纵向最大剪力（吨/米）；
 Q_{PL} —— 钢板承受的力（公斤）；
 Q_ϕ —— 钢筋承受的力（公斤）；
 Q_s —— 临时荷载允许剪力（公斤/米）；
 Q_L —— 永久荷载允许剪力（公斤/米）；
 TQ_{W1} —— TBW 墙一段所承受的剪力（吨）；
 q —— 地面荷载或加荷面的均布荷载（吨/米²）；
 q_a —— 永久荷载允许承载力（吨/米²）；
 S —— 沉降量（厘米）；
 s —— 在泥浆中浇注混凝土的强度修正值（公斤/厘米²）；
 t —— 钢材厚度（厘米）；
 t' —— 混凝土强度的温度修正值（公斤/厘米²）；
 t_e —— 型钢翼缘有效厚度或翼缘厚度（厘米）；
 W —— 地面处承重墙水平长度（米）；
 w —— 喇叭形坡口焊的焊脚长度或带孔扁钢的孔宽（厘米）；
 x —— 钢筋间距（厘米）；
 Z —— 离荷载面的垂直深度（米）；
 Z_0 —— 从地面到压缩层底的深度（米）；
 z —— 侧压力作用点离地面的深度（米）；
 α_1 —— 以 b/t 为变量的常数；
 α_2 —— l/ϕ ；
 α, β, ξ —— 形状系数；
 γ —— 土的容重，水下取潜容重 γ' （吨/米³）；
 γ_0 —— 水的容重（吨/米³）；
 η —— 承载力的修正系数；
 τ_b —— 混凝土的钢骨架或钢筋的粘着应力（公斤/米²）；
 ϕ —— 钢筋直径或土的内摩擦力（厘米或度）；
 φ_1, φ_2 —— 所需的钢筋周长（厘米）。

四、材料及其允许应力

(一)材料

1.混凝土材料及允许应力

(1)混凝土,原则上应使用预拌混凝土。

(2)①按《〈日本工业标准〉R5210》(波特兰水泥)规定使用普通的波特兰水泥。

②水泥用量标准为330公斤/米³。但作为临时性挡土墙时,不受此限制。

(3)骨料使用河砂及河砾石。

(4)混合材料

表面活性剂使用符合于日本材料学会《化学混合剂(加气剂、减水剂)》(原《日本工业标准》)的材料。

(5)混凝土的配合比

①设计标准强度取270公斤/厘米² $\geq F_c \geq 210$ 公斤/厘米²。

②要求强度为设计标准强度加修正值,按式(4-1)计算。

$$F_s = F_c + s + t' \quad (4-1)$$

式中: F_s ——混凝土的要求强度(28天抗压强度)(公斤/厘米²);

F_c ——混凝土的设计标准强度(公斤/厘米²);

s ——在泥浆中浇注混凝土的强度修正值(公斤/厘米²);

t' ——混凝土强度的温度修正值(公斤/厘米²)。

修正值 s 按表4-1取用。

修正值 s (公斤/厘米²)

表4-1

设计标准强度 F_c	$240 \geq F_c \geq 210$	$270 \geq F_c \geq 240$
修正值 s	20	25

* 修正值 s ,是指拌合工场标准偏差 σ 以外的增加值, σ 值约为设计标准强度的10%,故对 $F_c > 210$ 公斤/厘米²及 $F_c > 240$ 公斤/厘米²,其 $(\sigma + s)$ 值分别为45公斤/厘米²和50公斤/厘米²,故超过本设计规程图4-2中的标准偏差22~43公斤/厘米²。

温度修正值 t' 可按表4-2取用。

修正值 t' (公斤/厘米²)

表4-2

浇注混凝土后四周内预计的平均温度	$>10^\circ\text{C}$	$>5^\circ\text{C}$	$>2^\circ\text{C}$	$\leq 10^\circ\text{C}$	$\leq 5^\circ\text{C}$
修正值 t'	0	20	30		

** 但是温度修正值对超过地面10米以下处可不考虑。(见图4-8实测例)

③ 坍落度 < 21 厘米。

(1)由于混凝土系在泥浆中浇注,因此必须很好控制混凝土的质量。原则上使用《日本工业标准》指定工场的预拌混凝土,在现场设置的搅拌工场也要达到甲级施工管理($\sigma = 25$ 公斤/厘米²)。使用《日本工业标准》所要求的预拌混凝土的原地试验和在G、K大楼的实例中,每次拌合的试验结果数据比较均匀,如图4-1所示,其标准偏差均在25公斤/厘米²以

下。但是，从实际在泥浆中浇注的TBW墙取试件所做的抗压强度试验，其数据相差很大，如图4-2所示，其标准偏差值为23~43公斤/厘米²。误差增加的原因，估计系由于在泥浆中浇注以及浇注深度的影响。因此，重要的是首先控制浇注前的混凝土质量。

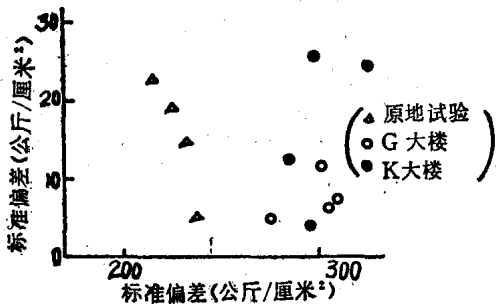


图4-1 配比试验中的标准偏差

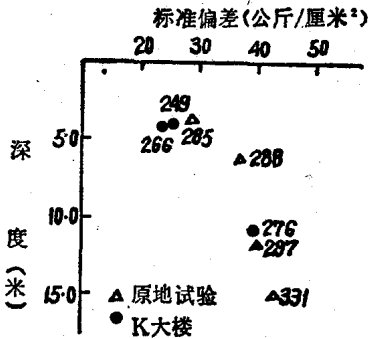


图4-2 从TBW墙取样的抗压强度的标准偏差

(2)①原则上应使用普通波特兰水泥，但当使用早强波特兰水泥或超早强波特兰水泥时，应弄清混凝土强度与养护温度、养护期的关系

②从原地试验和其他两个施工实例可看出，确保混凝土强度的范围，每立方米混凝土所用的水泥量标准值为330公斤/米³（见表4-3）。但没有规定临时性挡土墙的水泥用量。

水泥用量和水灰比实例

表4-3

浇 注 日 期	水 泥 用 量 (公斤/米 ³)	水 灰 比 (%)	设计标准强度 公斤/厘米 ²	4 周的抗压强度 公斤/厘米 ²
原地试验1969年8月	330	56	225	224*
C 大 楼 1970年12月 1971年1月	327	55	225	298
K 大 楼 1971年8月	351	55	225	300

* 4 周的抗压强度为224公斤/厘米²，略低于设计标准强度225公斤/厘米²，这可能是由于夏季浇注和把试件放在现场而初期温度较高（30°~35°C左右），使永久荷载强度下降。

(3)①粗骨料采用河砾石，细骨料采用河砂。目前，采用的河砾石粗骨料中，有的含有30%左右的碎石，该含量对混凝土的和易性没有很大的影响，因此，当没有其他更好的粗骨料时，也可使用。此外，细骨料中，山砂含泥量多，海砂含有盐分及贝壳等，容易使强度降低，因此不能使用。

②采用的碎石应符合《〈日本建筑学会建筑工程标准说明书〉JASS5钢筋混凝土工程》（以下简称《JASS5》）的规定，其绝对体积比应大于60%。

③骨料粒度应符合《JASS5》的规定。

(4)在原地试验中，使用的混合剂为普洛特斯（PLOTEx），而G大楼和K大楼为文佐尔（VINZI）。这些都是纯加气剂，但保证了用导管浇注混凝土时所需要的和易性，并能防止混凝土的离析。所以，除普洛特斯、文佐尔外，一般《日本工业标准》所规定的预拌工场采用的德雷克斯（DLEKS）、圣福罗（SANFRO）等作为加气剂就可以。减水剂有黑弗鲁德（HYFLUD）、波佐利斯（POZORIS）、丘波尔（CHUPOIRE）、普拉斯特克力托（PLASTCRETE）等产品。减水剂可降低水泥用量，减少用水量，而且能防止混凝土的离析。

(5)①混凝土设计标准强度不论原地试验及施工实例都为270公斤/厘米² $\geq F_c \geq 210$

公斤/厘米²。

②修正值 ϵ 。从各种实验和施工实例，尽管混入膨润土泥浆的混凝土强度比未混入膨润土泥浆的混凝土强度相等或高，但在泥浆中浇注的混凝土试件的强度都降低5%~15%左右。其原因可能是除了膨润土泥浆的影响外，还有水灰比有些增大以及墙两侧泥土的影响。因此，在泥浆中浇注时应考虑设计强度增加10%左右。膨润土泥浆浓度与抗压强度的关系如图4-3、图4-4所示，在原地试验及K大楼的抗压强度分布如图4-5~图4-6所示。而接头附近的强度分布如图4-7。

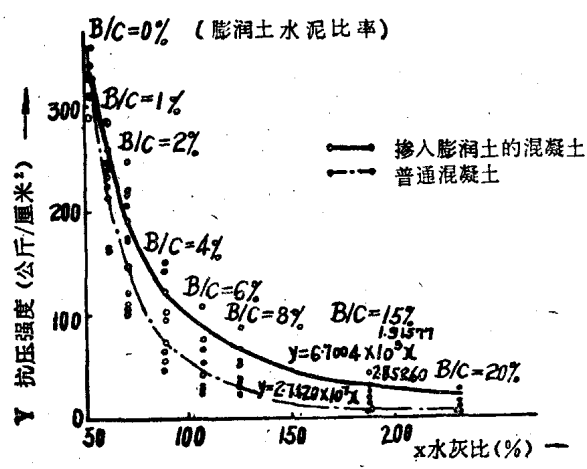


图4-3 水灰比(膨润土水泥比)和抗压强度

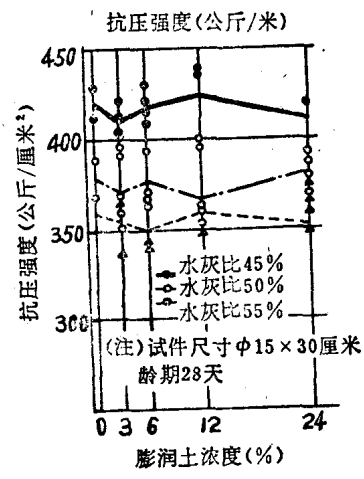


图4-4 膨润土添加率与抗压强度的关系

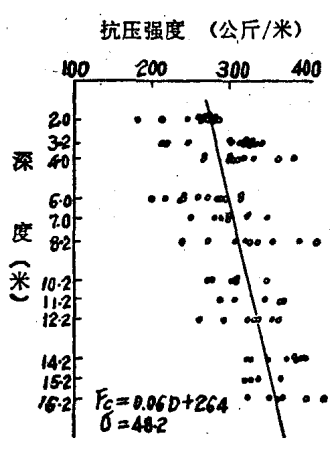


图4-5 抗压强度分布(原地试验)

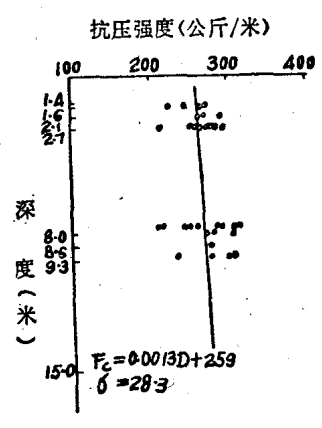


图4-6 抗压强度分布(K大楼)

修正值 ϵ' 。由于在地下浇注混凝土，主要受地温的影响，而受气温的影响较小。但是，考虑到在冬季，浇注混凝土前的泥浆温度低，同时在靠近地面部位浇注后的混凝土温度也要降低，所以采用比《JASS5》规定的值略小的修正值（见表4-4）。但是，对深度超过地面下10米以上的地方可不考虑此修正值 ϵ' 。见图4-8的实测例。

地温实质上受气温的影响，但随深度增加而影响减小，所以当达到一定深度后，地温便不起变化。因此，把地温年温差小于0.1℃的地方称为恒温层或温度不变层。根据村下报告，日本各地恒温层深度及其温度，如表4-5所示。

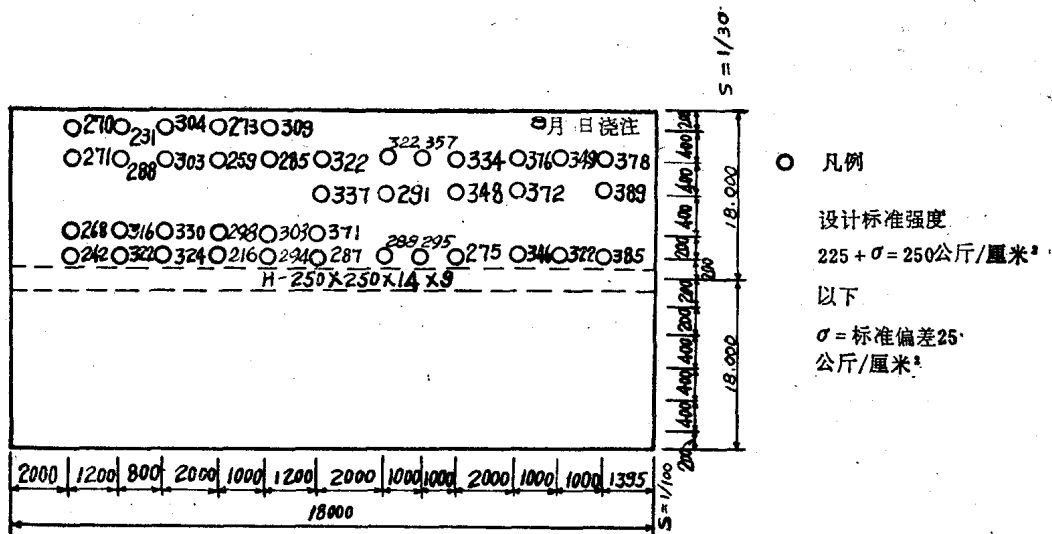


图4-7 浇注缝部位附近的抗压强度分布(原地试验)

混凝土强度的温度修正值 t'

表4-4

浇注混凝土后4周的估计平均气温		$>10^{\circ}\text{C}$	$\geq 5^{\circ}\text{C}$ $\leq 10^{\circ}\text{C}$	$\geq 2^{\circ}\text{C}$ $\leq 5^{\circ}\text{C}$
修正值 t' (公斤/厘米 ²)	本 规 程	0	20	30
	JASS5	20*	40	50

* 该值适用气温 $>10^{\circ}\text{C} \leq 15^{\circ}\text{C}$ 。

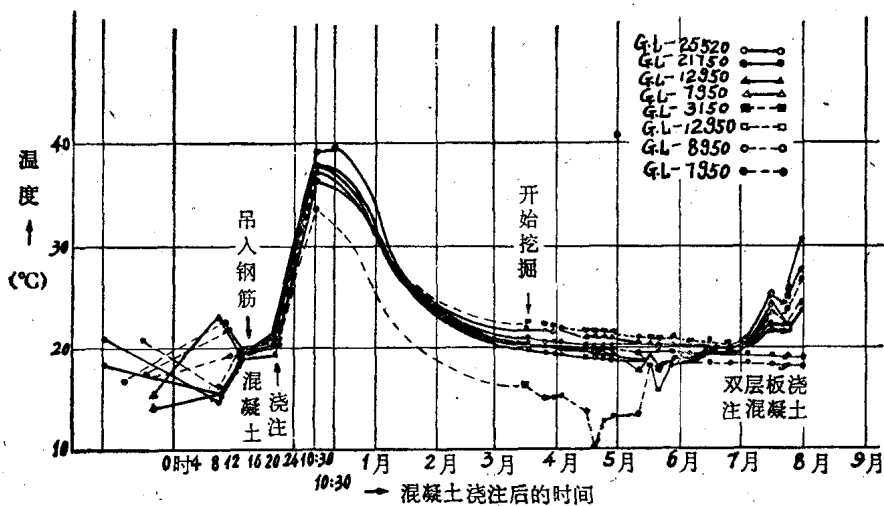


图4-8 G大楼作业现场的墙体温度

此外，对G大楼定时测定了浇注混凝土后的墙的温度，其结果如图4-8所示。

从图中可见，在地面下7米处，与13~25米曲线在同一组，因此超过地面下10米，可以不考虑大气温度的影响。

此外，当浇注混凝土后四周内估计的平均气温在 2°C 以下的冬季及寒冷地区，除考虑温度修正值外，还必须充分研究其养护方法。

恒温层深度及温度 (村下)

表4-5

地 区	恒 温 层 深 度 (米)	恒 温 层 温 度 (°C)
北 海 道	10~12	10
东 北	12~14	12
中 部 、 北 陆	14	14
东 海 道 、 山 阳 道	12~14	16
四 国	14~16	17~18

要求强度的算例如表4-6, 采用的配合比如表4-7。

要求强度的计算例 (公斤/厘米²)

表4-6

设计标准强度	在 泥 浆 中 浇 注 混 凝 土 的 要 求 强 度	温度在5°C以上, 10°C以下修正后的要求强度	温度在2°C以上, 5°C以下修正后的要求强度
210	230 (240)*	250 (270)	260 (270)
225	245 (270)	265 (270)	275
240	265 (270)	285	295
270	295	315	325

• ()内数字是对预拌 A 级混凝土的要求强度。

在泥浆中浇注混凝土的配合比

表4-7

	原 地 试 验	G 大 楼	K 大 楼
设计标准强度(公斤/厘米 ²)	225	225	225
水泥量(公斤/米 ³)	330	327	351
水 量(公斤/米 ³)	185	180	193
细骨料(公斤/厘米 ³)	843	809	801
粗骨料(公斤/厘米 ³)	938	1000	949
加气剂(克/厘米 ³)	125	131	123

③为避免混凝土材料离析及减少析水, 对同一水灰比混凝土的坍落度应尽量小些。但由于配筋量较多; 同时又采用导管浇注混凝土, 所以使用比较软塑的混凝土以保证浇注密实。考虑上述因素坍落度取小于21厘米。

2. 钢筋的质量

钢筋的质量、形状及尺度应符合《〈日本工业标准〉G3112 钢筋混凝土用元钢》及《〈日本工业标准〉G3111 再生钢材》的有关规定。屈服点>30 公斤/毫米² (原文为厘米², 可能是毫米²之误) 的钢筋要求的混凝土强度如表 4-8。

钢筋和所要求的混凝土 (公斤/厘米²)

表4-8

钢 筋 品 种	混 凝 土 的 设 计 标 准 强 度 F_c
SD 30	>150
SD 35, SD40	>180

钢筋质量、形状及尺度，原则上应符合《日本工业标准》规定，而且因为是在泥浆中浇注混凝土，所以为了增加粘着力等原因，采用变形钢筋。此外，由于不使用设计标准强度 $F_c \geq 270$ 公斤/厘米²的混凝土，因此希望采用SD30或SD35的钢筋。

3. 钢材的质量、尺度

钢材的质量、尺度，除特殊情况外，应符合《〈日本工业标准〉G3101一般结构用轧制钢材》、《〈日本工业标准〉G3106焊接结构用轧制钢材》和《〈日本工业标准〉G3192热轧钢及带钢的形状、尺度、重量及其允许差》的有关规定。

钢材质量原则上应符合《日本工业标准》规定，并采用焊接性能良好的钢材。

4. 材料的系数

(1) 钢筋混凝土的系数如表4-9。

钢筋混凝土的系数 表4-9

材 料	弹性模量* (公斤/厘米 ²)	泊松比	线膨胀系数 (1/°C)	备 考
钢 筋	2.1×10^6	—	1×10^{-5}	
混 凝 土	$2.1 \times 10^5 \times \left(\frac{r}{2.3}\right)^{1.5} \times \sqrt{\frac{F_c}{200}}$	1/6	1×10^{-5}	r混凝土容重** (吨/米 ³)

- * 钢筋和混凝土的弹性模量之比不论混凝土强度为永久荷载或临时荷载均取15。
- ** r值，当没有进行特殊调查时，可取2.3吨/米³。

(2) 钢材的系数如表4-10。

钢 材 的 系 数 表4-10

材 料	弹性模量 (吨/厘米 ²)	剪 切 模 量 (吨/厘米 ²)	泊松比	线膨胀系数 (1/°C)
钢	2100	810	0.3	1.2×10^{-5}

(1) 当混凝土取 $\gamma = 2.3$ 吨/米³， $F_c = 225$ 公斤/厘米²时，混凝土弹性模量为 2.20×10^5 公斤/厘米²。由于原地试验的实际墙体试件的弹性模量为 $(2.20 \sim 3.40) \times 10^5$ 公斤/厘米²，K大楼在墙中部取样平均值为 2.57×10^5 公斤/厘米²、上部（约2米以上）取样平均值为 2.1×10^5 公斤/厘米²。故采用上表所示值。

弹性模量和抗压强度的关系如图4-9~图4-10，图中虚线为膨润土混凝土的数值。

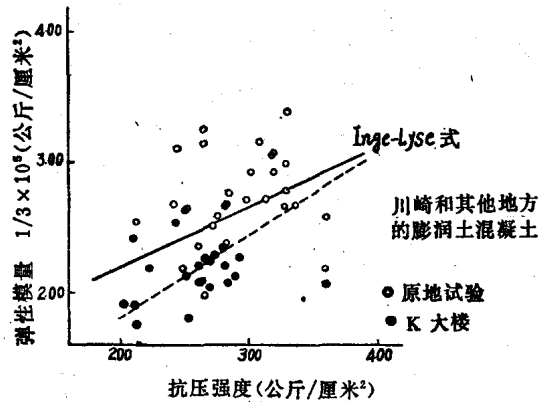


图4-9 上部的抗压强度和弹性模量

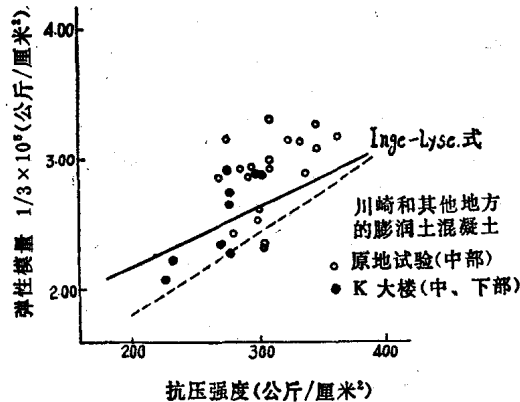


图4-10 中、下部的抗压强度和弹性模量

(二)允许应力

1.钢筋混凝土的允许应力

(1)混凝土允许应力根据表4-11计算。但当混凝土设计标准强度 F_c 大于270公斤/厘米²时,计算允许应力可采用 $F_c = 270$ 公斤/厘米²。

混凝土的允许应力 (公斤/厘米²)

表4-11

混凝土 品 种	永 久 荷 载			临 时 荷 载		
	受 压	受 拉	受 剪	受 压	受 拉	受 剪
普通混凝土	$F_c/4$	—	$F_c/40$ 并 $< 3/4(5 + F_c/100)$	为永久荷 载的2倍	—	为永久荷载 的1.5倍

(2)钢筋允许应力根据表4-12取用。

钢筋允许应力 (公斤/厘米²)

表4-12

钢筋品种	永 久 荷 载		临 时 荷 载	
	受拉、受压	受 剪	受拉、受压	受 剪
SR24	1600	1600	2400	2400
SD30	2000	2000	3000	3000
SD35	2200 (2000) *	2000	2500	3000
SD40	2200 (2000) *	2000	4000	3000

* ()内数值适用于 $D > 29$ 的粗钢筋。

(3)钢筋混凝土允许粘着力可根据表4-13计算。

钢筋混凝土允许粘着力 (公斤/厘米²)

表4-13

钢 筋 品 种	永 久 荷 载	临 时 荷 载
变 形 钢 筋	$\frac{7.5}{100} \cdot F_c$ 并 $< 3/4(13.5 + 0.04F_c)$	为永久性荷载的1.5倍

(1)因为是地下建筑物,故混凝土允许应力应按设计标准强度修正,因此允许应力取1/4(日本建筑中心——基础鉴定委员会采用数值)。

混凝土的抗剪强度一般与抗拉强度大致相等,所以允许剪应力可根据抗拉强度的测定值进行校定。

根据表4-11计算当混凝土设计标准强度为 $F_c = 225$ 公斤/厘米²时的允许剪应力:永久荷载为 $f_s = 5.6$ 公斤/厘米²,临时荷载为 $f_s = 8.5$ 公斤/厘米²。

另外,从原地试验中实际墙体试件的开裂强度平均为 $f_t = 27.9$ 公斤/厘米²,相当于一般混凝土质量,所以认为可采用表4-11所示的允许剪应力。

此外,根据原地试验所作的抗拉强度换算成四周强度的总平均值为 $(f_t/F_c) \times 100 =$

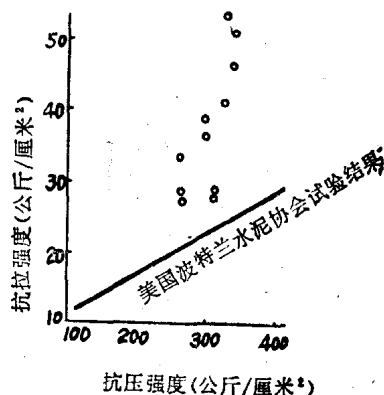


图4-11 抗拉强度和抗压强度的关系(原地试验)