

鐵路設計手冊

挡 土 墙

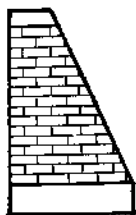
鐵道部第二設計院主編

人 民 鐵 道 出 版 社

铁路设计手册

挡土墙

铁道部第二设计院主编



人民铁道出版社

一九六五年·北京

本书内容介绍挡土牆的设计原则及规定、常用图表、土压力计算公式和工作經驗，并重点闡明其适用条件，以供从事铁路路基设计和施工以及有关部门的工程技术人员，在具体工作中参考用。

铁路设计手册

挡土牆

铁道部第二设计院主编

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府印24号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第010号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店經售

人民铁道出版社印刷厂印

书号1866 开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张 $10 \frac{5}{8}$ 插頁2 字数400千

1962年6月第1版

1965年3月第1版第4次印刷

印数5,000册〔黑〕9,900册 定价(科七)1.90元

出 版 說 明

铁路设计手册是根据1959年6月全国铁路标准设计工作座谈会的意见进行编制的，各册均由一个设计院负责主编，其他各院提供资料及担任个别篇章的编写工作。其目的是为各铁路专业设计人员提供有关技术标准、一般规定与要求、各种不同情况下的设计原则与方法，以及常用资料等，以减少工作中翻阅很多参考书籍，提高工作效率。

鉴于科学技术发展日新月异，有关技术标准及要求亦将时有变动，因此本手册仅供参考，实际工作中应以现行规章为据，吸取国内外先进经验，结合客观实际情况，辨证地分析问题，灵活运用本手册。

目 录

第一編 基本原則及資料

第一章 分类及方案确定	1	§2-1 設計与計算中的一般規定	6
§1-1 类型及适用范围	1	§2-2 活荷载换算办法	8
§1-2 設置原則	4	第三章 設計資料及参考数据	9
§1-3 方案确定(选择方案)	5	§3-1 設計应具备的資料	9
第二章 一般規定	6	§3-2 参考数据	10

第二編 土压力計算

第四章 土压力基本理論公式及图表	16	§5-3 浸水地区的土压力計算	72
§4-1 土压力概論	16	§5-4 受地震力影响的土压力計算	96
§4-2 庫倫理論及公式	16	§5-5 陡坡滑动地区的土压力計算	122
§4-3 根据庫倫理論补充推导公式	18	第六章 土压力图解法	124
§4-4 杜勃罗瓦公式	46	§6-1 彭斯列(Poncelet)图解法	124
§4-5 朗金理論及公式	50	§6-2 庫尔曼(Culmann)图解法	126
§4-6 索科洛夫斯基公式	52	§6-3 恩格塞(Engesser)图解法	127
§4-7 烏勒契基公式	56	§6-4 第二破裂面图解法	128
§4-8 簡化計算法	67	§6-5 克列因(Г. К. Клейн)图解法	128
§4-9 結語	67	§6-6 戈卢什克維奇(С. С. Голушкевич)图解法	129
第五章 特殊情况下土压力計算	70	§6-7 不同土层的土压力图解法	130
§5-1 折綫形墙背計算	70	§6-8 粘性土壤图解法	130
§5-2 不同上层土压力的計算	71		

第三編 挡土墙計算

第七章 挡土墙計算方法	133	§8-3 台阶基础的計算	149
§7-1 概述	133	§8-4 基底換填土壤	150
§7-2 一般情况下和地震区挡土墙計算	134	第九章 增加挡土墙稳定性的措施	154
§7-3 浸水挡土墙計算	141	§9-1 增加傾复稳定性的办法	154
§7-4 陡坡抗滑挡土墙計算	145	§9-2 增加滑动稳定性的办法	154
第八章 挡土墙基础設計	146	§9-3 减少基底压应力的办法	155
§8-1 挡土墙基础的类型	146	§9-4 挡土墙上的减載措施	156
§8-2 基础的埋置深度	147		

第四編 挡土墙的构造

第十章 挡土墙构造	160	§11-3 砂浆	162
§10-1 墙身构造	160	§11-4 混凝土及鋼筋混凝土	163
§10-2 沉降縫及伸縮縫	160	§11-5 木材	165
§10-3 排水措施	160	第十二章 挡土墙施工注意事項	165
§10-4 防水层	161	§12-1 一般挡土墙施工中注意事項	165
§10-5 基底防护	161	§12-2 地震区挡土墙施工中注意事項	166
第十一章 建筑材料及其性能	161	§12-3 浸水挡土墙施工中注意事項	166
§11-1 圬工种类	161	§12-4 陡坡滑动地区挡土墙施工中注意事項	166
§11-2 磚石料	161		

第一編 基本原則及資料

第一章 分类及方案确定

§ 1-1 类型及适用范围

一般支承路基填土或土体边坡的建筑物，簡称为路基擋土墙。

擋土墙是一种最普遍的工程结构，广泛地应用在道路、水利建設、工业及民用建筑工程中；在铁路工程中修建擋土墙則更为广泛。

擋土墙作为一种圬工和支承的工程结构物，其类型是多种多样的，如图 1-1-1。其适用范围，系根据墙址地形、地质、水文資料，建筑材料，墙的用途，施工方法及技术經濟条件等，来选择使用。

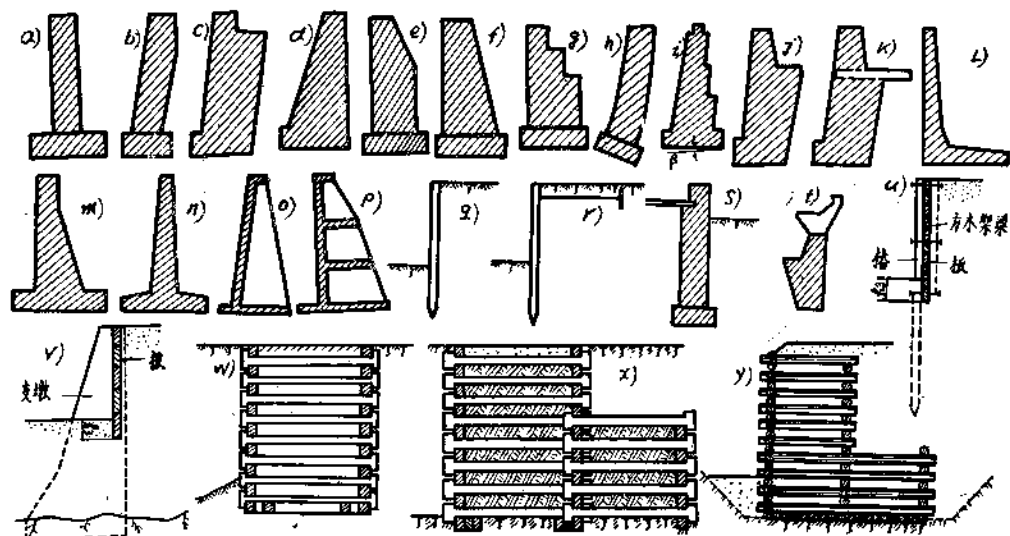


图 1-1-1

一、挡土墙的类型

表 1-1-1

順号	类型区分	名 称	示 意 图	順号	类型区分	名 称	示 意 图
I	按建筑材料区分	1. 木質墙 (板桩墙等)	1-1-1q,r	IV	按墙的位置区分 (路基工程)	1. 路肩式 2. 路堤式 3. 路堑式	
		2. 磚砌墙 3. 石砌墙 (干砌或浆砌墙)	1-1-1a-f 1-1-1a-j	V	按地区区分	1. 一般地区擋土墙 2. 浸水地区擋土墙 3. 地震地区擋土墙 4. 陡坡滑动地区擋土墙	
II	按结构型式区分	4. 混凝土墙 5. 鋼筋混凝土墙 6. 鋼板桩墙	1-1-1a-j 1-1-1l,m,n,o,p 1-1-1q,r				
		1. 重力式 2. 托盘式 3. 薄壁式 4. 板桩式 5. 框格式和框栅式	1-1-1a-k 1-1-1f 1-1-1o,p 1-1-1q,r,u,v 1-1-1u,v,w,x,y	VI	按計算理論和工作条件区分	1. 剛性擋土墙 2. 柔性擋土墙	
III	按施工方法区分	1. 整体式 2. 灌注式 3. 装配式					

二、擋土牆主要类型的构造及适用范围

表 1-1-2

項目	主要类型	构造概述	适用范围	項目	主要类型	构造概述	适用范围
I	重力式擋土墙 (图1-1-1 a~k, 1-1-2, 1-1-3)	主要依靠牆身自重来保证牆的稳定性, 分一般重力式、衡重重力式, 及装配式重力式三大类型		III	2. 角型擋土墙 (图1-1-5, 1-1-6, 1-1-7)	入支墩, 一种是板与支墩連結 (1) 悬臂式, 由水平板及垂直板連結构成 (2) 扶壁式, 由水平板、垂直板 (或微向路堤傾斜的板) 和扶壁連接而成; (3) 由于牆的自重較小, 常采取: ① 基础底板設置伸出的板阶; ② 斜基础板; ③ 設置減載板	(1) 一般适用于路堤填土; (2) 一般高的角型擋土墙較浆砌石工墙經濟; (3) 悬臂式适用于低墙, 扶壁式适用于中墙
	1. 干砌石工挡土墙 (图1-1-2)	(1) 采用片石或块石筑成有規則的交錯接縫, 并用小石塞縫; (2) 砌层最好垂直于边坡面, 或平行于牆的基底; (3) 牆頂用 50 号水泥砂浆抹适当厚度的頂面; (4) 在牆身高度适当位置, 設置 110 級混凝土夹层或水泥砂浆砌夹层; (5) 牆背后用碎石或砾石堆成棱体	(1) 低墙; (2) 地质情况較好地区; (3) 产石料地区			3. 装配式擋土墙	(1) 結構与整体式鋼筋混凝土墙相同; (2) 各部結構件为預制品
	2. 浆砌石工挡土墙 (图1-1-3)	采用片石或块石, 用水泥砂浆 (或白灰水泥砂浆) 作为胶結材料, 分层砌筑坚实成为整体	适用范围較广产石料地区更为适宜	IV	板桩式擋土墙 (图1-1-8~12)	(1) 一般由垂直板桩打入土中組合而成, 分自由式和锚固式两种; (2) 自由式板桩墙的板桩如悬臂梁一样, 承受全部土压力, 其稳定性由打入土中的土壤反阻力和板桩厚度来保证; (3) 锚固式板桩墙由板桩鐵系設備 (橫拉条和錨栓) 来保证稳定, 板桩入土深度較自由式淺	
	3. 混凝土挡土墙 (图1-1-4 a~j)	(1) 采用一定标号的混凝土澆注 (目前铁路路基挡土墙采用 110 級混凝土); (2) 牆的断面尺寸型式, 一般与浆砌石工挡土墙相同	缺乏石料地区			(1) 木板桩挡土墙 (图1-1-8, 1-1-9, 1-1-10) (2) 鋼板桩挡土墙 (图1-1-11) (3) 鋼筋混凝土板桩挡土墙 (图1-1-12)	(1) 一般由板桩、标桩和导木連結組成; (2) 板桩的下部做成楔形
II	托盘式挡土墙 (图1-1-1 f)	于挡土墙頂澆注鋼筋混凝土, 悬臂式托盘	(1) 陡峻而較完整的岩石地区; (2) 地基承载力大的地区				
III	薄壁式挡土墙	一般是鋼筋混凝土結構, 由几个較薄的板联結而成					
	1. 板式挡土墙 (图1-1-4)	(1) 采用浆砌块石、混凝土或鋼筋混凝土作的支墩与鋼筋混凝土板組成; (2) 板与支墩的連結形式分为两种, 一种是将板鑲	支承土体的高度較低的地区				(1) 永久建筑物; (2) 密实地基 (砂, 砾石等) (1) 永久建筑物; (2) 加固滨河路基

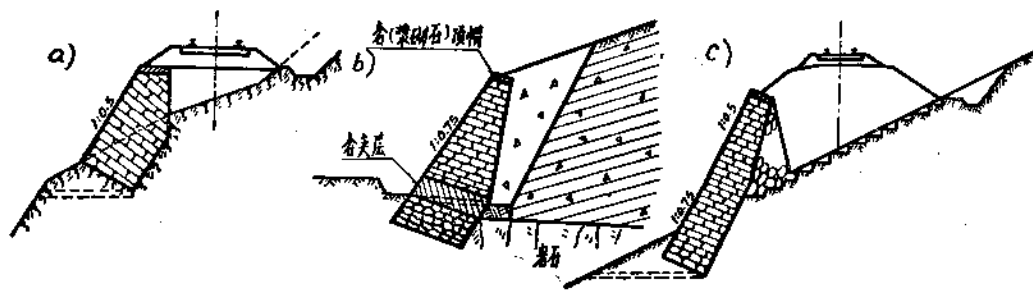


图 1-1-2 干砌擋土牆

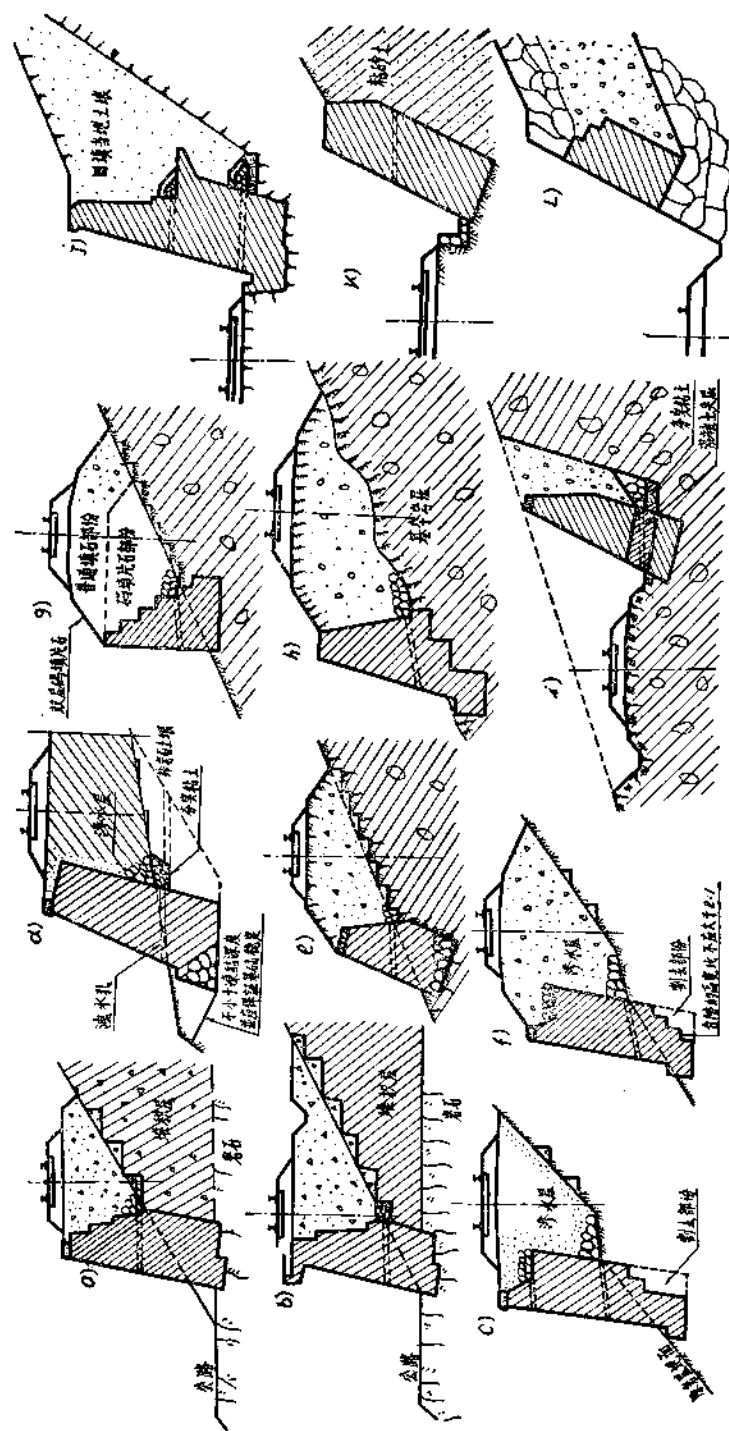


图 1-1-3

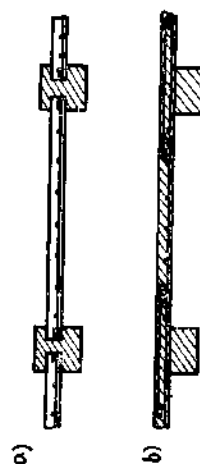


图 1-1-4 钢筋混凝土板墙土墙
a) 单跨板的 b) 多跨板的

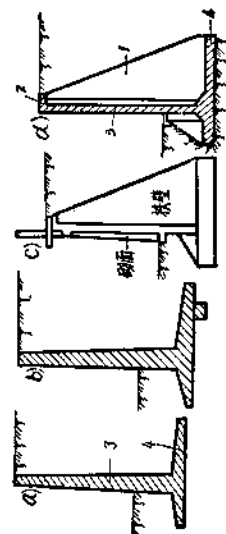


图 1-1-5 钢筋混凝土墙土墙

a)、b) 悬臂式 c)、d) 扶壁式
1—扶壁 2—刚性梁 3—垂直板(墙身) 4—水平板(基础板)

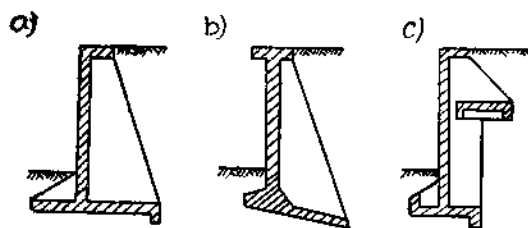


图 1-1-6 钢筋混凝土挡土墙增加强度和稳定性的结构图

- a) 基础底板设伸出的板阶;
b) 采用斜基础板;
c) 设置减载板。

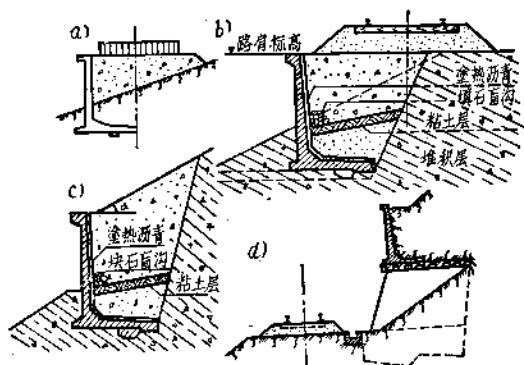


图 1-1-7 角型挡土墙实地修建位置

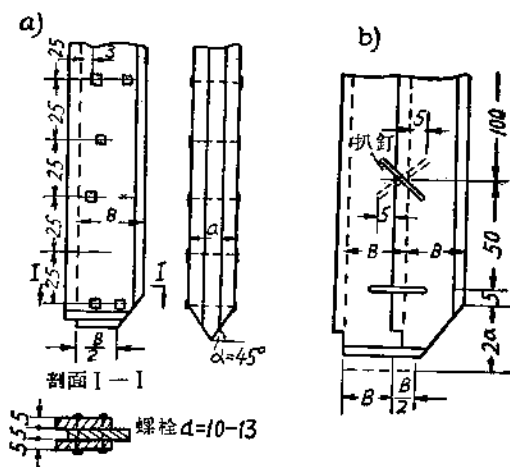


图 1-1-8 木板组成的板桩

- a) 单板桩;
b) 板桩束。

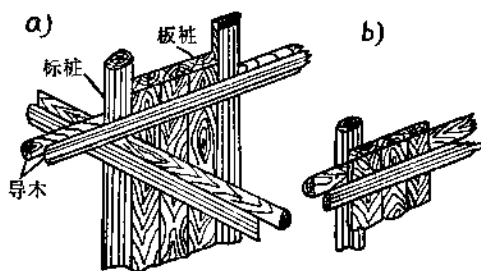


图 1-1-9 导木和标桩连接方法

- a) 在板桩轴线内的标桩;
b) 在板桩轴线外的标桩。

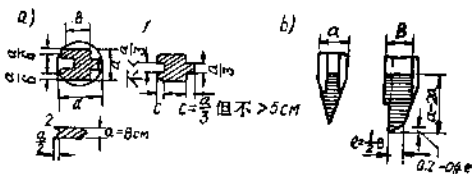


图 1-1-10 木板桩

- a) 横断面; b) 尖端。

1——有矩形槽的桩; 2——有三角形槽的桩。

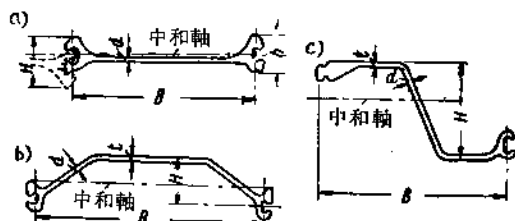


图 1-1-11 钢板桩

- a) 扁平的; b) 槽形的; c) Z字形的。

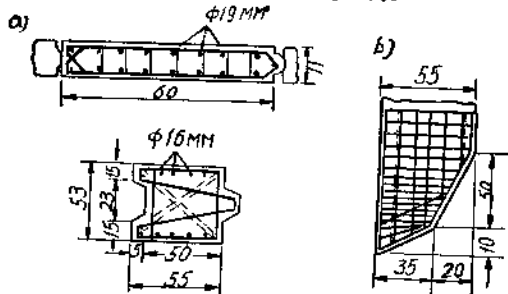


图 1-1-12 钢筋混凝土板桩的横断面型式和配筋示例

- a) 横断面; b) 尖端。

§1-2 设置原则

挡土墙作为挡土工程结构物,其应用范围是很广的,它不仅为缩回路堤坡脚减少填方,及保证路基稳定;而且还修建于路堑中、山坡上、隧道洞口

和桥梁岸墙(翼墙)等处(图1-2-1)。有时为了防护山坡落石,还以挡石墙的形式出现,以及在滨河区各地区的线路上作为防止河流冲刷的建筑物。

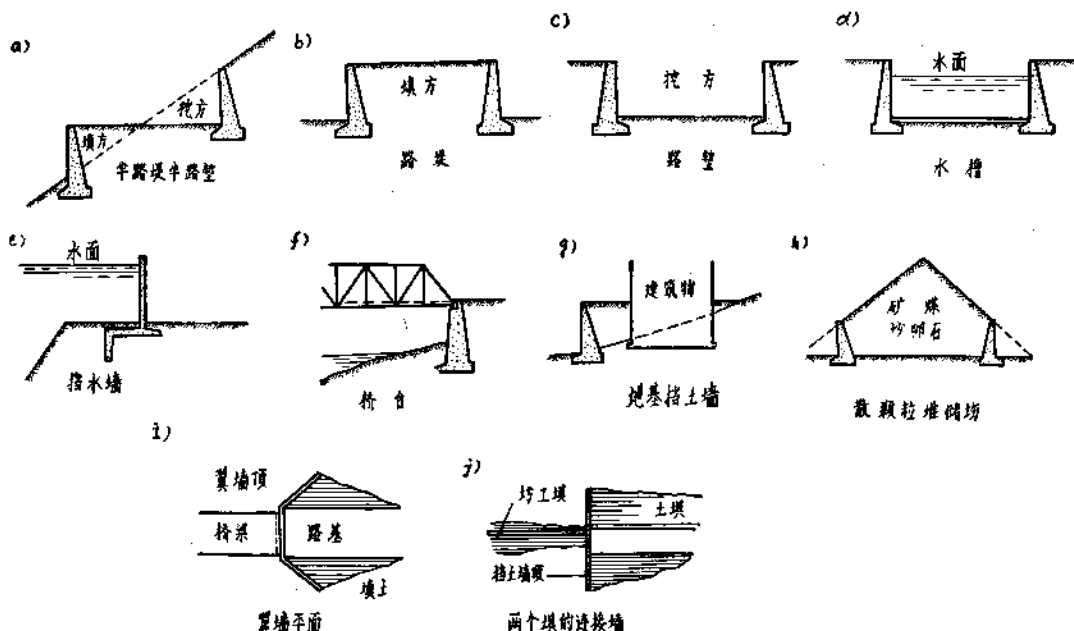


图 1-2-1

一般在下列情况下考虑修建挡土墙：

一、凡地面横坡较陡，须修建挡土墙以保证路堤稳定者；

二、线路位于陡崖地段，建造挡土墙后才能填筑路基时；

三、路堑地质不良（土质松散，或山坡有较厚的复盖层、堆积体，开挖路堑有滑移可能等），因地形困难，或限于经济条件，堑坡无法改缓之地段，须建挡土墙以防滑坍；

四、高填深挖工点土石方数量很大，建造挡土墙以减少土石方工程，少占农田用地，造价经济

时；

五、沿河路堤，为了防止冲刷，须建挡土墙起防护作用（或用护坡或兼用挑水壩等工程设备，视实际情况需要决定）；

六、路堑坡顶原地面上常有落石（或冬季有雪崩），须建挡土墙防护之地段；

七、车站为了旅客上下或货物装卸方便，修建站台墙时；

八、遇到建筑物靠近线路，须建挡土墙以资保存时；

九、其他需要建筑挡土墙的地方。

§1—3 方案确定（选择方案）

设计建筑物时，没有方案比较，很难选择出合理的设计。没有合理的设计，势必造成损失。设计挡土墙和其他设计工作一样，必须认真地、多方面的进行调查研究分析，选择最好的设计方案；贯彻国家技术经济方针政策，为国家建设设计出技术先进、安全可靠、造价经济、运营方便的挡土墙。

一、与其他铁路建筑物比较

在设置挡土墙工程的地方，也可能设置作用相同而造价相等的其他建筑物。因此，设计时必须根据地形地质或水文资料等，决定挡土墙的修建位置、墙的类型，并估算工程数量及造价，考虑作用效果、经济价值等方面，与下列铁路建筑物进行比较：

1. 与高填或深挖比较；
2. 与填石路基比较；
3. 与护坡比较；
4. 与改河及挑水壩等导治河流建筑物比较；

5. 与旱桥（矮桥）比较；

6. 与清除山坡坍滑体（或复盖层）比较；

7. 与隧道或明洞比较（在防止山坡落石和崩塌时）；

8. 与改移线路比较。

二、选择确定挡土墙类型、位置、长度的主要因素和基本要求

经过比较，有充分根据认为修建挡土墙确实经济合理，则应进一步在横断面图上，就挡土墙的类型及选择修建的经济位置，根据平面图全面考虑，适当调整，决定全墙纵向的布置及长度。

在选择墙身类型、确定墙的位置及长度时，通常考虑下列主要因素和基本要求：

（一）技术条件：

1. 地形地质条件，水文资料；
2. 墙身坚固，基础稳定，作用良好，安全可

靠;

3. 施工方法可以采用洋土结合, 采用先进技术, 先进经验;

4. 建筑材料及来源;

5. 符合规范规定及其技术要求。

(二) 经济条件:

1. 断面经济合理;

2. 节省三材 (钢筋、水泥、木材);

3. 节省用地和劳动力。

(三) 适合国情, 体现国家方针政策, 贯彻大中小并举、高中低标准相结合的方针, 以及强干弱支、固本简末的原则, 使在施工、制造、运营、使用、养护维修中全面体现多快好省。

(四) 与其他铁路建筑物的总体协调配合。

根据上述主要因素和基本要求, 参照 §1—1 所述, 选择挡土墙断面型式。但型式不宜过多, 以免造成施工困难, 和影响墙的外观的不一致。特别是在滨河挡土墙中, 将使水流不顺, 形成漩涡, 危害更大。

三、断面比较

挡土墙的类型、修建位置及长度确定后, 在设计断面时, 结合上述比较情况, 根据土壤物理力学性质, 选择最经济的合理断面型式。

鉴于断面比较时的决定因素和条件, 较为复杂, 不能尽为详述; 因为当条件或因素稍有变动, 即不能适合具体要求。为此今将一般地区挡土墙标准设计进行断面比较过程, 概述如下。

挡土墙标准设计资料中, 土壤内摩擦角(ϕ), 根

据墙背填料种类而定, 一般是不变的; 墙的高度, 采取 2~15m; 墙顶填土高度为 0~15m; 基础底面与土壤间的摩擦系数(f), 随着地基土壤的性质而变; 基底土壤容许承压应力, 一般与摩擦系数相适应。选择断面时, 分以下三个步骤:

第一步骤: 将设计资料进行适当的组合, 初步假定墙的类型和墙的位置。以基底摩擦系数与容许承压应力, 组合成为已知条件。

第二步骤: 根据设计原则和要求, 进行选择断面类型的试算。试算中, 应选择具有代表性的断面, 并变换不同条件去试算。在折线墙试算中, 应计算墙身强度, 如衡重式挡土墙, 可计算衡重台的临界高度 (即衡重台不能再往下降), 然后变换墙面和墙背坡度及衡重台的位置, 逐一进行换算, 寻找能满足要求的最好型式, 最后将计算结果列表, 以资选择。

第三步骤: 选择最合理的经济断面 (平均经济断面)。根据试算条件得出的结果, 有些断面类型用于高墙合适, 有些断面类型用于低墙较好, 有的宜用于摩擦系数较小的, 有的又宜用于摩擦系数较大的, 很难完全做到每一种墙在不同的情况下都能经济合理。在这种情况下, 可从总的方面考虑比较, 从而选择出一种或两种基本型式。选出基本型式后, 再以高墙和最大的及最小的摩擦系数进行核算, 如满足要求即可作为合理的经济断面型式。

在个别设计中, 同一挡土墙工点内, 如因地形地质关系, 不可能采用同一类型的断面时, 可参照上述步骤进行断面比较, 选择最合理的经济断面型式。

第二章 一般规定

§2—1 设计与计算中的一般规定

挡土墙设计与计算中的一般规定, 内容较多, 不可能在本节中详尽的都涉及到, 在以后各章中还要详细的介绍, 现仅择其主要的规定, 简述如下:

一、设计阶段和文件组成与内容

挡土墙的设计阶段和文件组成与内容, 决定于铁路设计阶段和文件的组成与内容。目前铁路设计阶段, 根据路网规划, 设计繁简程度及时间要求等不同情况, 采用下列设计阶段:

(一) 两阶段设计: 初步设计及施工设计。

(二) 一阶段设计: 施工设计。

因此挡土墙设计阶段亦相应的采用两阶段设计或一阶段设计。每阶段的文件组成与内容, 根据设计阶段及工程种类与性质而定。

初步设计阶段: 根据设计任务书中确定的主要技术条件, 决定挡土墙修建的可能性, 分布地点的根据, 及其类型的选择, 并概算工程数量及造价。对个别高挡土墙 (高于 15m) 并拟定设计原则。

施工设计阶段: 决定挡土墙型式及构造, 并决

定它的全部尺寸, 工程数量及造价。对独立的挡土墙应作出单独施工设计。在必要的情况下, 尚应包括挡土墙轴线的定线及基坑的平面图和断面图 (包括与所定轴线的联系), 墙的结构大样图及必要的计算资料等。

如果用一阶段设计时, 对上述内容可适当简化合并设计。

二、基本要求

挡土墙设计与计算中应满足的基本要求, 详见第一章 §1—3 节中第二项所述。

三、作用于挡土墙上的力系

计算挡土墙应考虑力系, 详见第七章 §7—1 节所述。

四、计算土压力的一般原则

挡土土压力的计算, 是挡土墙设计中的主要环节, 同时也是一个比较复杂的问题, 它与很多复

杂因素有关,如墙的高度、结构形式、材料特性、填土表面的形状及其物理力学性质、墙和地基的刚性及位移、变形、外力作用(浸水、地震)等。此外在挡土墙建成后,各种天然因素及人为因素,也会对墙的土压力发生重大的影响。要把所有复杂因素都考虑进来,找出一个计算土压力的合理方法,在目前尚存在一定的困难。

现在所有的一切计算方法,都是建立在不完全相同的各种假定上,其计算结果经常互不相同,应根据具体情况和各种计算方法的适用范围来进行选择。为了有助于选择,提出下列三点,作为分析比较的参考依据:

第一、计算理论比较严谨,有充分的立论根据;

第二、理论计算结果与实验或观测资料比较吻合;

第三、计算方法比较简单且能适用于各种具体情况。

目前土压力的计算,是按平面问题采用散粒体极限平衡理论。这个理论早在1776年为法国学者C.A.库伦所提出(土楔平衡理论)。1857年英国学者朗金从土体内因自重而发生的应力去考虑土压力,挡土墙后土的应力状态与无限分布的土层的应力状态相同,提出另一理论。这两个经典理论,一直到現在工程界中仍普遍的采用,其中尤以库伦理论实用价值较大,不但计算简便,在较大实用范围内有足够的精确性(与B.B.索柯洛夫斯基方法比较),而且经过长时期大量建筑物的考验,因此实用上多偏重此法。

关于土压力计算除详见有关各章外,暂提出如下一般性的意见,以供参考:

(一) 计算主动土压力时,基本上采用库伦理论,具体计算方法根据不同的填土情况和断面的类型决定;

(二) 墙背坡度向填土方面倾斜(即俯斜),坡度不缓于1:0.25时,采用库伦公式(墙背摩擦角 δ 等于墙的倾斜角)计算土压力;

(三) 墙背向外倾斜(即仰斜),应考虑出现第二破裂面法(不沿墙背滑动,而在上中破裂),按库伦公式计算土压力;

(四) 折线墙背土压力的计算,在目前尚无完善实用的计算方法以前,暂用近似的方法,即假设各直线段为独立的挡土墙来考虑,其土压力取各个直线段墙背上土压力的总和;或采用克列因教授延长折线墙下墙背的调整角度 ω ,计算下墙土压力的方法;

(五) 计算主动土压力时,一般不考虑土壤内的粘着力,如果有可靠的土壤试验资料时,可考虑列入计算;

(六) 一般情况下,基础前的土壤阻力不予考虑;

(七) 双线及站场挡土墙土压力计算时,其活荷载按实际股道分布情况计算;

(八) 地震挡土墙土压力计算,应考虑地震力及地震力对土压力发生变化的各种因素;

(九) 浸水挡土墙土压力的计算,应考虑水压力、浮托力及水对土压力的各种影响;

(十) 铁路线路定线,有改移公路需建挡土墙时,应按公路设计准则之规定办理;

(十一) 土压力的作用点,可以土压力图形的形心在挡土墙背上的投影点为其作用点,或由土体中滑动土体的重心,作平行于破裂面交于挡土墙背的一点为其作用点;

(十二) 土压力的作用方向与墙背摩擦角(δ)有关。土壤与墙背的摩擦角值,随很多因素变化,如:

1. 土壤的种类(粘结的及不粘结的)及其物理特性;

2. 墙的建筑材料及建造物的粗糙程度;

3. 倾斜方向及计算面与垂线的倾斜角;

4. 墙移动的方向及大小;

5. 墙后排水情况;

6. 季节变化及各种震动作用等。

δ 值应以实验数据为准,在缺乏可靠的实验资料的情况下,除参考第三章§3—2资料外,目前一般采用下列数值(见挡土墙标准设计原则规定):

(1) 墙背俯斜(坡度不缓于1:0.25)采用库伦公式计算土压力时,可采用 $\delta=\alpha$ (墙背倾斜角);

(2) 墙背仰斜采用库伦公式计算主动土压力时,可采用 $\delta=\frac{1}{2}\phi$;墙背为阶梯时,采用 $\delta=\frac{1}{3}\phi$;出现第二破裂面时,采用 $\delta=\phi$;

(十三) 由于目前计算土压力的理论及方法,并不十分完善,为了促进对土压力的研讨,可采用其他方法;但采用其他方法计算时,应与库伦理论或索柯洛夫斯基理论进行比较,如出入不大时,方可采用,否则应慎重考虑。

五、计算要求

如果挡土墙的高度、土壤的特性及作用于路面上荷载,沿挡土墙长度维持不变时,可按单位长度进行计算。如果上述条件变动,则应将墙分段,在每一段内上述各条件应大致相同,然后对各段(根据平均数值列入计算)分别进行计算。其计算要求,详见第七章§7—1所述。

六、挡土墙的构造

挡土墙的构造,根据运用范围、建筑等级、工程地质、地区气候、施工方法、总体配合等来决定,因此考虑挡土墙的构造时,除在第一章§1—3已有所述外,兹择其主要方面概述如下:

选择挡土墙的材料和结构时,应考虑下列基本因素和要求:

(一) 建筑物的等级,其中包括对耐久性的要求;

(二) 所处位置及作用性质,如路堤墙、路堑墙、浸水、地震等情况;

(三) 工程地质条件、基础性质、墙后土壤的物理力学性质；

(四) 地区气候特征；

(五) 建筑材料及来源；

(六) 施工条件，人工、半机械化或机械化；

(七) 与其他建筑物的协调配合。

根据上述条件，挡土墙的构造除参见第十章及有关章节外，兹摘录目前我国铁路挡土墙设计原则中的一些规定，作为参考：

1. 选择挡土墙材料时，应以就地取材为原则。所采用的天然石料，其极限抗压强度不得小于 300 kg/mm^2 ，在特殊情况下，亦不得低于 200 kg/mm^2 。

2. 当必须预防墙面免于水流的破坏，或墙面风化时，建议采用坚硬石料，或适当标号的混凝土予以镶面。

3. 受水和冰冻共同作用的圬工，始有耐冻的要求。因此在一般地区和寒冷地区（最冷月的平均温度在 $-5^\circ\text{C} \sim -15^\circ\text{C}$ 之间时），在冬季水位变化高度以上部分用 50 号水泥砂浆砌筑，以下部分用 100 号水泥砂浆砌筑；在严寒地区（最冷月的平均温度在 -15°C 以下时）在冬季水位变动范围以上部分用 100 号水泥砂浆砌筑，以下部分用 150 号水泥砂浆砌筑。在石料缺乏地区，可用混凝土代替。一般地区及寒冷地区用 110 级和 140 级混凝土或片石混凝土浇注，在寒冷地区冬季水位变化范围以下部分用 170 级混凝土或酌加片石浇注。

4. 对于墙后的回填料，必须尽可能地利用地基土壤或工地附近取土坑中挖出的土壤，如果附近土壤无合适的摩擦角值和设计中其他要求的特性时，应用性质相等的材料代替。

墙后填料应符合路基技术规范的规定和要求。

5. 浆砌圬工挡土墙，仅路肩式用 110 级混凝土或用粗料石修筑顶帽；路堤式和路堑式挡土墙顶，可用砂浆于墙顶抹面厚 2cm，不另作顶帽。用混凝土修筑的挡土墙，可将顶帽及墙身同时浇注，不留帽檐。

6. 路肩挡土墙的平面位置，在直线线路应按照路基规定宽度，曲线线路考虑路基加宽值。路堑挡土墙的位置，应遵照规定之净空尺寸办理。

7. 如无特别要求时，挡土墙的顶宽：浆砌石工不宜小于 0.5 米，钢筋混凝土最小可为 0.2~0.4 米。

8. 由于墙高不同、回填料不同或由于基础的压缩性不一致，各段挡土墙可能发生不同的变形；以及气温和圬工的伸缩，应根据具体情况设置沉降缝或伸缩缝。

9. 为使墙后积水顺利宣泄，应有适当的排水孔和疏水沟，在寒冷冻害地区，墙背设置淤青、水泥砂浆等防水层。

10. 挡土墙基础的埋置深度，根据建筑物所在地点的地质及水文条件、冰冻深度及冰冻隆起物的可能性、邻近建筑物的基础影响、地基的冲刷条件等决定之（详见第八章）。

§2—2 活荷载换算办法

考虑作用于挡土墙的力系时（除路堑挡土墙外），应考虑路基面上的列车活荷载影响。列车活荷载根据铁路等级来决定。兹摘录目前标准轨距

干綫列車活荷载分布宽度及换算土柱高度列于表 2-2-1。

标准轨距干綫列車活荷载分布宽度及换算土柱高度尺寸表

表 2-2-1

铁路等级	I 级 重型		I 级 次重型		II 级 中型		III 级 轻型	
设计轴重(吨)	24		24		24		20	
钢轨(公斤/米)	60		50		43		38	
枕木(根/公里)	1840		1840		1760		1600	
道床厚度(米)	0.50	0.35	0.45	0.30	0.45	0.25	0.40	0.20
总重(吨/米)	21.770	19.772	20.964	19.178	21.067	18.725	17.541	15.483
路基宽度(米)	6.8, 7.0	5.7, 5.9	6.2, 6.4	5.3, 5.5	6.2, 6.4	5.3, 5.5	5.8	4.8
填料容重(吨/米 ³)	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9
分布宽度(米)	3.10	2.90	3.10	2.80	3.10	2.80	3.00	2.70
换算高度(米)	3.90	3.60	3.80	3.60	3.80	3.50	3.20	3.00
换算强度(吨/米 ²)	7.02	6.82	6.76	6.85	6.80	6.69	5.85	5.73

列车活荷载按作用于路基面上的均布荷载计算，其计算方法如下：

设铁路等级为 I 级重型，设计轴重 24 t，钢轨 60kg/m，轨枕 1840 根/公里，道床厚度 0.50 m，路基宽度 6.8 m。则

$$h' = \frac{0.15}{2.35} \times (x + 0.20)$$

$$= 0.0128 + 0.0638x$$

$$\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{x}{0.50 + 0.0128 + 0.0638x}$$

$$= 0.57735,$$

$$\begin{aligned} x &= 0.307 \text{ m} \\ \text{分布宽度} &= 2.50 + 2 \times 0.307 = 3.10 \text{ m} \\ \text{活荷载} &= \frac{24}{1.5} = 16.000 \text{ t/m} \end{aligned}$$

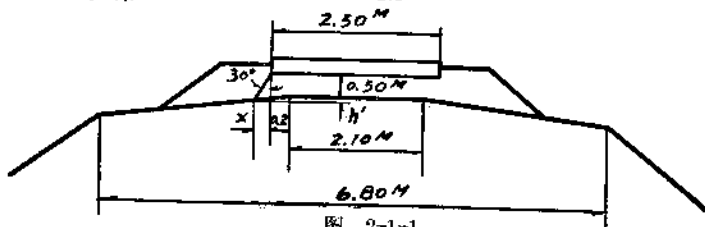


图 2-1-1

道床 $(2900-130.5) \times 2 = 5.539t/m$
 鋼軌及配件 $154.835 = 0.155t/m$
 軌枕 $155.02 \times 0.5 = 0.076t/m$

总重 $= 21.770t/m$

填料容重 $= 1.8t/m^3$ 分布宽度 $= 3.10m$

故换算土柱高度 $= \frac{21.770}{3.10 \times 1.8} = 3.90m$

[注] 1. 表 2-2-1 活荷载分布按轨枕底端铅直线或 30 度角计算之。

2. II 级铁路按卵石道床计算。

3. 表 2-2-1 尺寸按直线线路纵长 1m 计算之。

4. 单位长轴重按轴距 1.5m 计算之。

5. 道床数量 (单位重量按 $2t/m^3$) 钢轨及配件重量与轨枕体积 (单位重量按 $0.5t/m^3$) 数值均系从线路上部建筑图表查得。

第三章 设计资料及参考数据

§3-1 设计应具备的资料

挡土墙的设计阶段, 取决于铁路的设计阶段。目前铁路设计采用两个阶段 (初步设计和施工设计), 或一阶段设计 (施工设计)。因此挡土墙设计应根据设计阶段的不同, 收集相应的设计资料。

初步设计是在设计任务书中所确定的设计主要技术条件下, 确定挡土墙分布地点及其类型的选择,

并计算主要工程数量。

施工设计应最后决定挡土墙的布置型式、构造全部尺寸、工程数量及造价, 对于独立的挡土墙, 应作出个别施工设计。

兹将在一般情况下各设计阶段应收集的设计资料, 概要提出, 以供参考。

表 3-1-1

项 目	资 料 名 称	初 步 设 计	施 工 设 计
		内 容	说 明
I	勘测说明书	(一) 简述修建挡土墙理由, 提出设计意见及注意事项; (二) 说明各方案的特点; (三) 描述工程地质概况 (包括土壤单位容重、内摩擦角、地基承载力、摩擦系数、冻结深度、地震等级、地下水位、地面水情况等); (四) 滨河挡土墙应说明有关水文资料。	(一) 线路部分 1. 根据比较方案, 确定修建挡土墙的理由; 2. 拟定挡土墙位置、型式及其根据; 3. 拟定路基填料、排水方案; 4. 拟定施工方法; 5. 附近桥涵位置。 (二) 地质部分 1. 塘基情况 (基础深度、承载力等) 的判断及是否作承载试验; 2. 基本岩层风化情况、抗压强度、摩擦系数及粘着力数值; 3. 基本岩层及堆积层稳定性的估断, 并详述工程地质与水文地质情况等; 4. 冻结深度及冰冻时期; 5. 地震等级, 基本烈度, 建筑场地烈度; 6. 材料调查 (数量、运距等); 7. 钻探及挖探资料; 8. 地质图例说明。 (三) 滨河挡土墙应说明有关水文资料。
II	墙址地形地质平面图	(一) 比例尺: 1:500~1:2000 (二) 范围与内容: 1. 线路部分: (1) 平面图在顺线路方向应至起迄里程外各 30m。 (2) 在垂直线路方向为: ①路堑墙: 墙顶坡外 20~40m (滑坡时加测至滑坡面外 20m) 或路堤坡脚外 20 米; ②路堤墙: 一般测至路堤坡脚外 30m 或墙顶外 20m; ③滨河挡土墙: 不受水流影响者, 测至水面, 但应足够说明水流方向。否则须测河床地形至对岸 100 年洪水水位线以外 50m (平緩河岸) 或 100 年洪水水位线以上 2 m (陡崖), 长度最小为上下游 (包括转弯) 各须有河床宽度一倍以上; ④沿公路线的挡土墙: 须测至现有公路及新设公路线外 20m, 或足够说明公路可能改移方案为止。 (3) 标明初测导线、纸上定线百米标、曲线指标、经纬线 (指北针) 及标示地貌地物。 (4) 沿河线须加测 100 年洪水水位线、测量时水位线及流向, 滨河挡土墙须测河床等高线 (间距 1 米) 并标示冲刷地点。 (5) 挡土墙附近之桥涵位置。 2. 地质部分: (1) 标明地质构造及工程地质与水文地质现象 (不同地质分界线、岩层层理及主要节理、走向与倾向、各种地质不良现象及地下水露头); (2) 表示观测点、钻孔、试坑之编号及位置。	同初步设计

續表 3-1-1

項 目	資 料 名 稱	初 步 設 計	施 工 設 計
		內 容 和	說 明
II	地质橫 断面图	(一) 比例尺: 1:200 (二) 范围: 1. 橫寬: 如地形地质平面图。 2. 深度: 基础勘探深度 5~10m 或至基本岩层下 1~2m。 3. 断面个数: 一般挡土墙每 10m 1 个, 如遇地质不良或地形变化时酌情增至 5m 1 个。 (三) 内容: 1. 线路部分: (1) 地面线、线路中心及路肩设计标高; (2) 低水位线、测量时水位线及 100 年洪水水位线。 2. 地质部分: (1) 地层分界线及标高、岩层的层理、节理之倾向及走向、岩层风化带及深度; (2) 地下水位标高及流向; (3) 说明地质横断面所代表之区段。	(一) 比例尺: 1:200 (二) 范围: 1. 顺线路方向同平面图范围。 2. 橫寬: 同平面图。 3. 断面个数: 一般挡土墙每 10m 1 个, 如遇地质不良或地形变化时, 酌情增至 5m 1 个。 4. 地质情况: 如勘探其深度为基础以下 5~10m 或至基本岩层下 1~2m (挡土墙高度超过 10 米, 钻探深度至少 10m 或至基本岩层下 1~2m) 复盖物不深时在靠近墙址处可用试坑及槽探。 5. 注意石灰岩区、黄土区的溶洞与陷穴的调查。 (三) 内容: 同初步设计。
IV	河床橫 断面图	(一) 比例尺: 1:500 (二) 范围: 冲刷最严重或河床最深處, 測河床断面一个, 測至对岸 100 年洪水水位线以外 50m (平緩河岸) 或 100 年洪水水位线以上 2m (陡崖)。 (三) 内容: 1. 低水位、测量时水位及 100 年洪水水位; 2. 表示河床变化情况 (冲刷、淤积) 及土质类型与顆粒大小等情况。	同初步设计
V	水文資 料	(一) 范围: 凡滨河挡土墙, 除地基为良好之岩层, 无冲刷之虞, 且墙頂位于 100 年洪水水位处 0.5m 以上者, 均須調查測繪水文資料。 (二) 内容: 1. 低水位、测量时水位及 100 年洪水水位; 2. 100 年洪水水位之水面坡度及流速 (淺滩流速主流流速及平均流速); 3. 在有水文站处, 应收集全年水位曲线。	同初步设计
VI	水质化 驗		在有地下水处或当水质对圬工有侵蚀性时, 須取水样作水质化驗
VI	土壤試 驗		(一) 取原状土做下列試驗: 1. 容重 (γ) 2. 內摩擦角 (ϕ) 3. 粘着力 (C) 4. 孔隙比 5. 稠度 (粘土类) 6. 饱和度或含水系数 (砂土类) 7. 相对密度 (砂土类) (二) 路堤挡土墙除取地基原状土做試驗外, 还須按一般夯填土壤状态作 γ 、 ϕ 、 C 的試驗

§3—2 参 考 数 据

一、土壤的主要物理力学性质表

(一) 苏联“水工挡土墙设计规范”中介绍的:

表 3-2-1

順 序	土 壤 名 稱	內摩擦角 ϕ (度)	順 序	土 壤 名 稱	內摩擦角 ϕ (度)
1	砂粘土: 軟的 中实的 紧实的	14 18 20	3	砂: 粉狀的 細的 中粒徑的 粗的 砾石狀的	28~33 30~35 32~38 35~40 35~40
2	粘砂土: 疏松的 紧实的	18 25			

附注: 砂的內摩擦角值, 对于較不紧实的砂 ($n=0.42$), 則采用表中小值, 而較紧实的砂 ($n=0.34$) 則用大值。

(二) 苏联“建筑法规”中介绍的:

表 3-2-2

顺序	土壤名称	孔隙比 e	标准内摩擦角 ϕ_H (度)	计算内摩擦角 ϕ (度)
1	砾砂和粗砂	0.7	38	36
		0.6	40	38
		0.5	43	41
2	中砂	0.7	35	33
		0.6	38	36
		0.5	40	38
3	细砂	0.7	32	30
		0.6	36	34
		0.5	38	36
4	粉砂	0.7	30	28
		0.6	34	32
		0.5	36	34

附注: 表中所列内摩擦角值, 不包括石灰质 (贝壳石灰岩) 的砂类基土, 以及含有云母、粘土或有机物 (如泥炭腐植质等) 残余含量大于土的矿物颗粒干重 3% 的砂类土。

(三) “公路工程設計准则”附录 5 中介绍的:

粘土类

表 3-2-3

顺序	土壤名称	孔隙率 %	天然含水量时土壤单位重量 $\gamma(t/m^3)$	土壤的内摩擦角 ϕ°
1	粘土: 流动性 塑性 硬性	63~56	1.65~1.75	12
		56~47	1.75~1.80	25
		47~32	1.80~2.00	37
2	粘土质土壤: 流动性 塑性 硬性	56~50	1.75~1.85	15
		50~42	1.85~1.90	28
		42~29	1.90~2.10	40
3	粘土质壤母: 流动性 塑性 硬性	52~46	1.80~1.90	20
		46~39	1.90~2.00	32
		39~27	2.00~2.10	40
4	粉性粘土性土壤: 流动性 塑性 硬性	50~45	1.85~1.90	10
		45~39	1.90~2.00	20
		39~28	2.00~2.10	30

砂土类

表 3-2-4

顺序	土壤名称	孔隙率 %		干 土		湿 土		很 湿 土	
		最大	最小	γ	ϕ°	γ	ϕ°	γ	ϕ°
1	砂质壤母: 疏松 中等密实 密实	53	—	1.4~1.6	22	1.6~1.7	20	1.8~1.85	15
		—	—	1.6~1.8	25	1.7~1.9	22	1.85~2.05	17
		—	30	1.8~1.95	27	1.9~2.05	25	2.05~2.15	18
2	粉砂及粉性砂质壤母: 疏松 中等密实 密实	50	—	1.5~1.6	27	1.7~1.8	22	1.85~1.9	18
		—	—	1.6~1.8	30	1.8~1.9	25	1.9~2.0	20
		—	30	1.8~2.0	33	1.9~2.05	25	2.0~2.1	22
3	细砂: 疏松 中等密实 密实	50	—	1.5~1.6	27	1.65~1.75	25	1.85~1.9	22
		—	—	1.6~1.75	30	1.75~1.9	27	1.9~2.0	25
		—	32	1.75~1.9	33	1.9~2.0	30	2.0~2.1	28
4	中砂: 疏松 中等密实 密实	45	—	1.6~1.7	30	1.7~1.85	27	1.9~2.0	25
		—	—	1.7~1.8	33	1.85~1.95	30	2.0~2.05	28
		—	30	1.8~1.95	33	1.95~2.05	30	2.05~2.15	28
5	粗砂及砂砾: 疏松 中等密实 密实	38	—	1.85~1.9	33	1.95~2.05	30	2.05~2.1	30
		—	—	1.9~2.0	35	2.0~2.1	33	2.1~2.2	33
		—	25	2.0~2.1	37	2.1~2.15	35	2.2~2.25	35
6	砾石及卵石: 中等密实 密实	30	—	2.0~2.05	40	2.05~2.1	40	2.15~2.2	40
		—	24	2.05~2.1	40	2.1~2.2	40	2.2~2.25	40

其 他 类

表 3-2-5

顺序	土壤名称	干 土		湿 土		很湿土	
		γ	ϕ°	γ	ϕ°	γ	ϕ°
1	粉砂土:	—	—	—	—	—	—
	淤泥	1.5	30	1.6	18	1.8	10
	软泥质土壤	1.5	30	1.6	20	1.8	12
	黄土	1.5	—	1.6	30	1.8	25
2	黄土型粘土质壤母	1.5	—	1.6	30	1.8	25
	有机质土壤:	—	—	—	—	—	—
	泥炭土壤	1.0	30	1.3	20	1.6	15
	疏松植物质土 (表土层)	1.5	40	1.5	33	—	—
3	封闭之密实下层植物质土	1.7	40	1.8	33	—	—

(四) “铁路桥涵設計规范”中介绍的:

砂类土壤的孔隙比 e

表 3-2-6

砂类土壤分类的名称	砂 的 相 对 密 度		
	密实的	中 实 的	松散的
砾砂、中砂、粗砂	$e < 0.55$	$0.55 \leq e \leq 0.65$	$e > 0.65$
细砂	$e < 0.60$	$0.60 \leq e \leq 0.70$	$e > 0.70$
粉砂	$e < 0.60$	$0.60 \leq e \leq 0.80$	$e > 0.80$

砂及砂类土壤的内摩擦角 表 3-2-7

順序	土壤名称	内摩擦角(度)
1	粉砂	15~25
2	細砂	20~30
3	中砂	30~40
4	粗砂、砾砂、圆砾卵石	40~45
5	粘砂土	15~30
6	砂粘土	10~30

二、地基土壤容许承压能力值(kg/cm²)

(一)“铁路桥涵设计规范”中介绍的:

粘土类土壤(非大孔性的) 表 3-2-8

土壤名称	孔隙比	坚硬状态	硬塑性状态	软塑性状态
粘砂土	0.5	3.0	2.5	2.0
	0.7	2.5	2.0	1.5
砂粘土	0.5	4.0	3.0	2.5
	0.7	2.5	2.0	1.5
	1.0	2.0	1.5	1.0
粘土	0.5	6.0	4.5	3.5
	0.6	5.0	3.5	2.5
	0.8	3.0	2.5	1.5
	1.1	2.5	1.5	1.0

附注: 粘土类土壤的天然含水量 $W \leq 1.0W_p$ 时为坚硬状态; $1.0W_p < W \leq 1.2W_p$ 时为硬塑性状态; $W > 1.2W_p$ 时为软塑性状态。 W_p 为塑限。

大孔性土壤 表 3-2-9

含水程度	承 压 力
稍湿的*	2.5
潮湿的*	2.0
饱和的	1.5

* 建筑物下土壤不容许受水浸湿。

砂土类土壤 表 3-2-10

土壤名称	密实的	中密的
砾砂和粗砂, 与湿度无关	4.5	3.5
中砂: 1. 稍湿的	4.0	3.0
2. 潮湿的	3.5	2.5
細砂: 1. 稍湿的	3.0	2.0
2. 潮湿的	2.5	1.5
粉砂: 1. 稍湿的	2.5	2.0
2. 潮湿的	2.0	1.5
3. 饱和的	1.5	1.0

大块碎石类土壤 表 3-2-11

土壤名称	承 压 力
碎石(卵石)孔隙由砂填满	6.0
由结晶岩组成的角砾(圆砾)	5.0
由沉积岩组成的角砾(圆砾)	3.0

附注: 表 3-8 至表 3-11 所列数值为土壤深度 3 米时的容许承压能力(kg/cm²)。

(二) 苏联“建筑规范”中介绍的:

粘土类土的計算强度 R (kg/cm²) 表 3-2-12

順序	基土名称	孔隙比 e	基土的状态	
			坚硬的	可塑的
1	粘质砂土	0.5 0.7	3.0 2.5	3.0 2.0
2	砂质粘土	0.5 0.7 1.0	3.0 2.5 2.0	2.5 1.8 1.0
3	粘土	0.5 0.6 0.8 1.1	6.0 5.0 3.0 2.5	4.0 3.0 2.0 1.0

附注: 粘土类基土的天然含水量 $W \leq 1.2W_p$ 时, 则为坚硬状态 (W_p 塑限); 天然含水量 $W > 1.2W_p$ 时则为可塑状态。

大孔土基土的計算强度 R (kg/cm²)

表 3-2-13

順序	基土的饱和度	R
1	稍湿的	2.5
2	很湿的	2.0
3	饱和的	1.5

砂土类基土的計算强度 R (kg/cm²) 表 3-2-14

順序	基土名称	基 土	
		密实的	中实的
1	砾砂和粗砂(与含水率无关)	4.5	3.5
2	中砂(与含水率无关)	3.5	2.5
3	細砂: (1) 稍湿的 (2) 很湿的与饱和的	3.0 2.5	2.0 1.5
4	粉砂: (1) 稍湿的 (2) 很湿的 (3) 饱和的	2.5 2.0 1.5	2.0 1.5 1.0

碎石类土的計算强度 R (kg/cm²) 表 3-2-15

順序	基土的名称	R
1	孔隙为砂填充的碎石或卵石	6.0
2	由结晶岩的碎块生成的角砾或圆砾	5.0
3	由沉积岩的碎块生成的角砾或圆砾	3.0

附注: 表 3-2-12~15 中所列数值, 适用于基础宽度为 0.6~1.0m、埋置深度为 1.5~2.0m 的情况下。