

上下水道頂管施工方法

北京市第一上下水道工程公司

城 市 建 設 出 版 社

上下水道頂管施工方法

*

城市建設出版社出版
(北京市阜外大街)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第088號)

城市建設出版社印刷廠印刷

新華書店發行

787×1092 1/32 45千字 $2\frac{3}{16}$ 印張

1957年6月第一版 1957年6月第一次印刷

印數1—2,270冊 定價(10)0.34元

目 錄

緒言.....	1
（一）頂管施工法的基本內容.....	2
（二）施工步驟及校正誤差.....	23
（三）三年來完成頂管工程概況及主要的經驗教訓.....	27
（四）成本分析.....	36
（五）目前存在的問題.....	40
（六）今后努力方向.....	41
附錄：頂管操作規程.....	43

緒 言

頂管施工是地下管道暗道施工法的一種，遠在1937年蘇聯就已廣泛地採用這種方法來修築給水和排水管道了。特別是在穿越有障礙物且不宜開槽的地段，採用這種方法，可以免去施工中重大的拆遷工作，從節約資金和縮短工期上講，實具有重大意義。

北京市第一上下水道工程公司從1953年第四季度就開始採用頂管施工法，至1956年三季度止，先後施工40處，累計長度為938.8公尺。在各種不同的施工中，曾遇到許多問題和困難，但是在黨和上級的正確領導、職工同志們的積極努力下，均得到了解決，在工程質量上和安全性上沒有發生過重大事故，因此，應該肯定這是一種先進的施工方法。

北京市第一上下水道工程公司開始頂管是採用直徑90公分的鑄鐵管，後來逐漸改用水泥管。最初頂水泥管時，在第一節水泥管上加鐵管頭；後來便直接頂平口的水泥管（一般情況下不加鐵管頭）。管徑由90公分逐步提高到160公分；穿越長度由十幾公尺提高到40多公尺；頂管工具也隨時加以改進；施工方法由一方頂進提高到雙方對頂進，且能使對口處的錯口小於3公分。在質量上和速度上，也都在逐步提高着。三年的施工過程中，培養出了一批技術人員和熟練工人，同時也摸索出了一些經驗。但是還存在着很多問題和缺點，需要解決和改正。所以通過此次總結的另外一個目的是為了把頂管施工全面推廣，因此在第二章——頂管施工法的基本內容和第三章——施工步驟及校正誤差兩章里，把工地佈置，施工設備，頂力計算，施工步驟，測量校正，勞動組織以及土壓力計算和特制混凝土管的設計根據等，都作了比較詳細的介紹。今後還應該把頂管工作再提高一步。

一、頂管施工法的基本內容

(一)開挖工作坑要根據工程情況(如管徑、管長〔每節長度〕、復土深度、土質、地下水位、單排頂管或多排頂管等)及施工環境進行。工作坑的尺寸規定如下:

1. 寬度 $W = D + 3.8$ (公尺)

2. 長度 $L = L_1 + L_2 + L_3 + 1.0$ (公尺)

3. 深度 $H = D_1 + h$ (公尺)

式中 D ——管子內徑 (公尺)

L_1 ——每節管子長度(公尺)

L_2 ——千斤頂長度 (公尺)

L_3 ——後座設備長度(公尺)

H ——復土深度 (公尺)

D_1 ——管子外徑 (公尺)

工作坑的上面應支搭工棚,棚頂應高出地面1.5~2.0公尺,工棚應具備防雨、防風、防寒的條件。

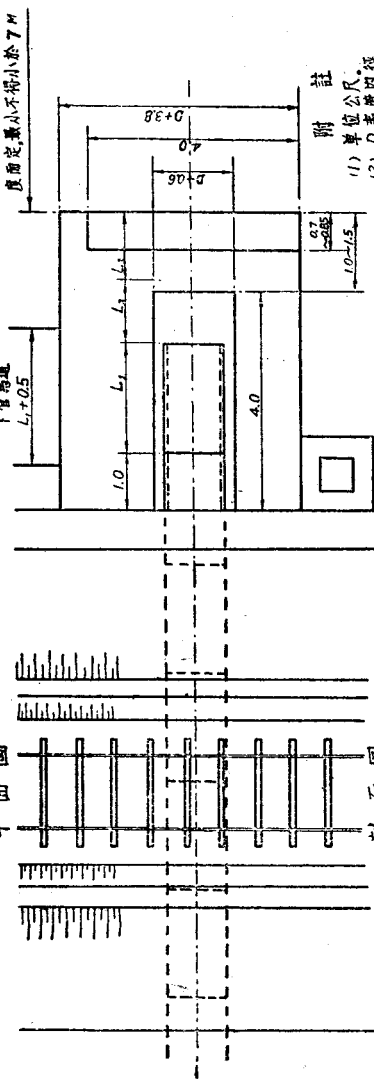
根據地下水情況,應在工作坑的一側挖排水井,並安裝排水機械。

工作坑應有足夠的照明設備,已經頂進的管道內及管前端也應有適當的照明設備。照明用的手燈規定如下:

1. 管道內用 24V40W的燈泡

2. 管前端用 24V60W的燈泡

圖面平



下管馬道

 $L, +0.5$

1.0

7

16.3

1

8

4.0

0.7

1

1

三

(1) 單位公尺。
(2) D 表管內徑。
(3) 下管馬道坡度
1:25, 最大不大於 1:1
(4) 排水井位置依
情況而定。

(1) 单位公尺:

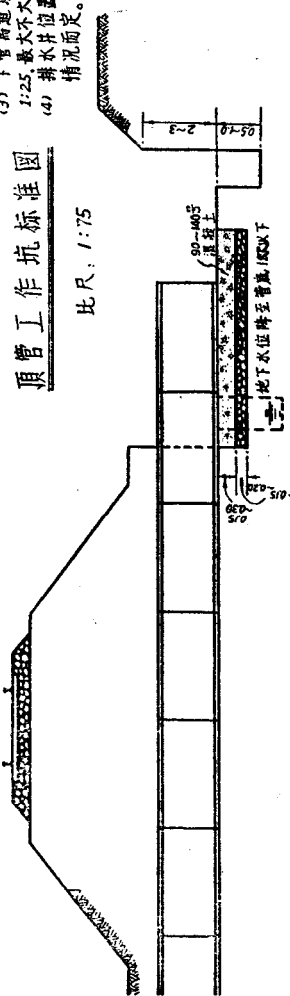
[illegible]

1:2.5, 最大不低於 1:1

情况而定。

顶管工作坑标准图

比尺: 1:75



90-1405

運送

20

(p)

5

10.

1

圖一

為了安全起見，應配備變壓器，規定如下：

電壓220~24V 功率3K.V.A 型式為芯式。工作坑內應有通風設備，一般採用1/2馬力的通風機，接以 $\phi 1$ 吋的膠管通到頂管的最前端，來降低管內溫度和使空氣通暢，以便工人能順利地進行工作。

為了將存放在地面上的管子順利地滾進工作坑，應在排水井相對的一側，作成馬道。馬道尺寸規定如下：

1. 馬道寬度： $W = L_1 + 0.5$ (公尺) (L_1 ——每節管子長度)
 W 值至少不得小於2.5公尺

2. 坡度： $I = 1 : 2.5$ (垂直1；水平2.5)。在受到施工環境限制的時候，坡度可加大，但不應大於1:1。

工作坑儘可能安置在穿越地段的溝管下游，這樣在頂管時，就可從下游向上游頂進，同時也可減少愈頂愈低的趨勢，並且當發現管前端有地下水滲出時，就可以很自然的把水排出管外。但因受施工環境的限制或需要兩面對頂時例外。

工作坑的佈置見圖1。

(二)後座牆：在工作坑內與穿越障礙物相對的一面修建後座牆。千斤頂(職工習慣地稱為頂鎬)憑借穩固的後座牆的支承力發揮頂力。

後座牆最好依靠原土加排方木修建。根據以往的經驗，當總頂力小於400噸時，如保留原土的厚度為7.0公尺，就不致發生位移現象。(牆後開槽寬度不大於3.0公尺)

在已修好管道而未保留原土厚度的情況下，可以修築塊石擋土牆跨在管道上。擋土牆上厚3.0公尺，下厚5.0公尺，高3.0公尺，立面突出管前1.0公尺，擋土牆背後應還土高3.0公尺，長5.0公尺。如圖2所示。

(三)頂力設備：頂管時必須有足夠的頂力，才能抵擋住下面

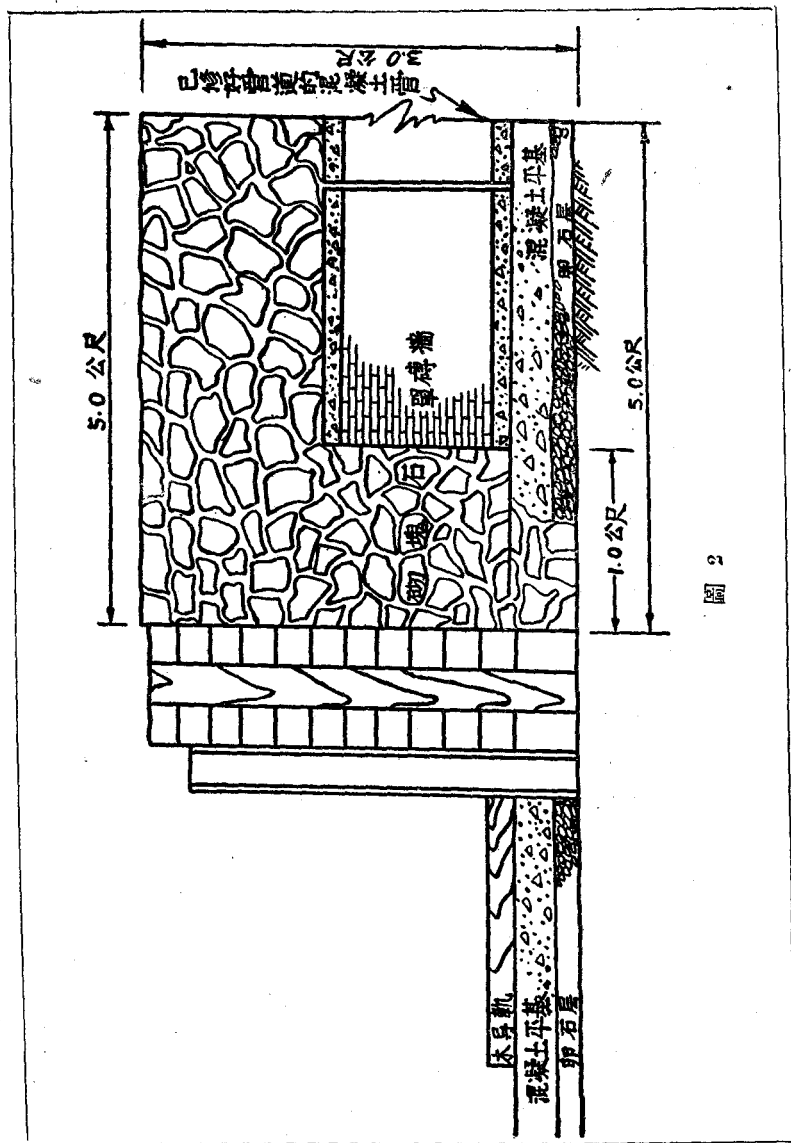


圖 2

的兩種阻力。

1. 管件表面與土壤的磨擦力 W_1

2. 管件前頭切土的阻力 W_2

(1) W_1 按照下列公式確定

$$W_1 = f[2(P_U + P_h) \cdot D \cdot L + P_O]$$

f ——土壤與混凝土的磨擦係數(參表1)

P_U ——土壤的垂直均佈荷重, 通常採用自地面到管頂上的土柱重量(噸/平方公尺) $P_v = r h$

P_h ——土壤的水平壓力, 按下列公式計算

$$P_h = P_U \cdot \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$$

φ ——土壤的內磨擦角(參表1)

D ——管子外徑(公尺) L ——頂管總長度(公尺)

P_O ——頂管全部重量 r ——土壤容重(噸/立方公尺)

H ——自地表面至管頂之距離。

(2) 管件前端切土的阻力

$$W_2 = \pi \cdot D_{cp} \cdot t \cdot P$$

式中, D_{cp} 管子斷面平均直徑(公分)

t 管壁厚度

P 土壤抗剪強度(砂性和粘性土質可一律採用
5.0公斤/平方公分)

根據計算所得的總頂力($W = W_1 + W_2$), 並應考慮到便於裝置及操作的條件, 適當地選擇千斤頂的規格和數量。

註: (1) W_1 值較實際需要的頂力稍大, 原因是在施工中, 允許在管外周挖土不超過1.5公分(除管子下部90°範圍內不向管外周挖土), 且是晝夜不停地工作, 因此減少了管子表面與土壤間的磨擦力, 約等於 W_1 值的75~90%

- (2) W_2 值一般可以不考慮，原因是在施工中允許在管前挖土 5~10 公分，所以管子前端直接切入土中的情況很少。
- (3) 在施工中途如因某種原因中斷相當長的時間，复工時就會感到增加了很多的阻力。
- (4) 如因地上建築物的特殊要求，不允許在管前挖土，必須先切入土中，然後在挖土的情況下，把 W_2 值考慮在內。現以台基廣工程為例，說明註(1)和註(2)。

$$\begin{aligned}\text{管內徑 } 1.6 \text{ 公尺；管外徑 } D &= 1.6 + 2 \times 0.155 \\ &= 1.91 \text{ 公尺}\end{aligned}$$

復土厚 $H = 2.0$ 公尺，穿越長度 $L = 43.0$ 公尺

管自重 = 2.26 噸/公尺，土質為輕砂質粘土。

摩擦係數 $f = 0.47$ 。土壤容重 $\lambda = 1.6$ 噸/立方公尺

內摩擦角 $\varphi = 45^\circ$

在公式 $W_1 = f[2(P_U + P_h) \cdot L \cdot B + P_O]$ 中

$$P_U = rH = 1.6 \times 2 = 3.2 \text{ 噸/平方公尺}$$

$$P_h = P_U \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$$

$$= 3.2 \times \operatorname{tg}^2(45^\circ - 45^\circ/2)$$

$$= 0.549 \text{ 噸/平方公尺}$$

$$P_O = 0.26 \times 43 = 97.2 \text{ 噸}$$

$$\begin{aligned}W_1 &= 0.47[2(3.2 + 0.549) \times 43 \times 1.91 + 97.2] \\ &= 335.2 \text{ 噸}\end{aligned}$$

由於施工中允許在管外周向外挖土 1.5 公分(下部的 90° 範圍內不向管外周以外挖土)，並且管前允許挖土 5~10 公分，故實際使用千斤頂噸數為 300 噸(約為 W_1 值的 89.5%)

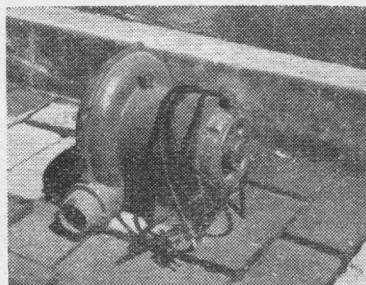
除根據頂力選擇千斤頂規格數量外，另外再準備 20~30 噸小型千斤頂兩個，作為校正及退頂靴(退頂靴係指當油壓式千斤頂頂槓伸出以後，需要退回頂殼時，用小型千斤頂加力於頂靴上)之用。

各种土質的摩擦係数 f 容重 γ 及內摩擦角 φ 值 表 1

土 壤 种 类	摩 擦 係 数 f	容 重 γ (噸/立方公尺)	內 摩 擦 角 φ
乾的粉砂	0.383~0.57	1.6	15°
乾的細砂	0.64	1.7	27°
湿的細砂	0.32	1.5	30°
含石灰質的乾砂	0.385	1.6	30°
含石灰質的湿砂	0.6345	1.5	35°
乾的砂質粘土	0.47	1.6	45°
湿的砂質粘土	0.55	1.6	40°
乾的高嶺土	0.332	1.6	30°
湿的高嶺土	0.4495	1.5	35°
乾的砂礫	0.46	1.7	30°
湿的砂礫	0.44	1.6	35°



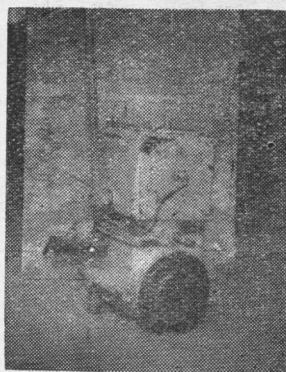
40, 50 噸絲槓千斤頂



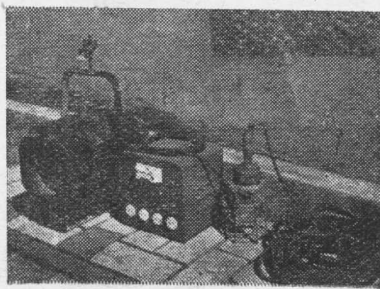
200 噸油壓式千斤頂



各种長度頂鉄



頂管通風設備



頂管照明設備

(四)頂鉄: 頂鉄是用 $400 \times 146 \times 14.5$ 的工字鋼(或用 $300 \times 100 \times 11$ 的槽鋼拼成工字断面)截成2.0公尺, 1.8公尺, 1.5公尺, 1.2公尺, 0.6公尺, 0.3公尺, 0.15公尺等不同长度的頂管时的專用工具。

根据使用方法,頂鉄分为两种:

1. 橫用頂鉄: 此种頂鉄使用时与頂力方向垂直(起梁的作用), 长度为2.0, 1.8, 1.5, 1.2公尺(圖 2a)。

2. 順用頂鉄: 此种頂鉄使用时与頂力方向一致(起柱的作用)。在一半高度处焊接小型鋼材(如槽鋼, 角鋼或輕便鉄軌), 並於兩端焊鋼板堵头, 長上为1.2, 0.6, 0.3及0.15公尺(圖 26)。

橫 用 頂 鉄

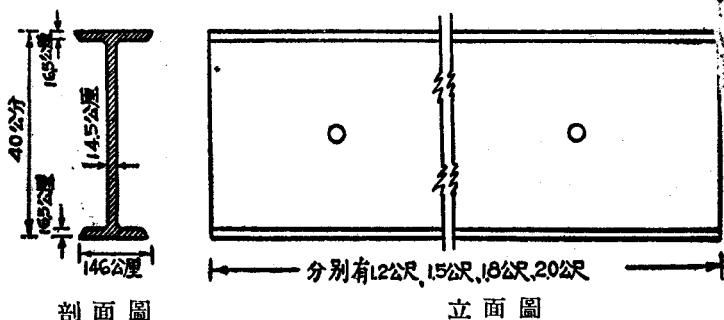


圖 2 a

順 用 頂 鉄

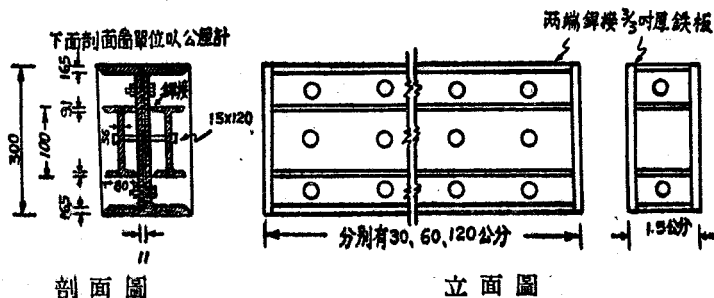
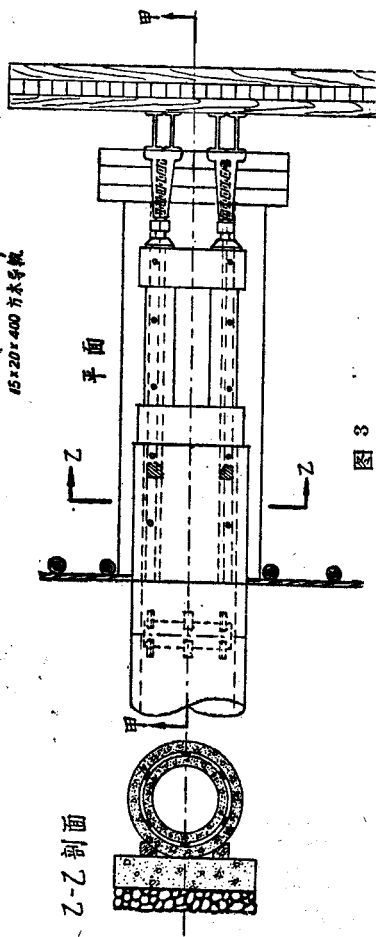
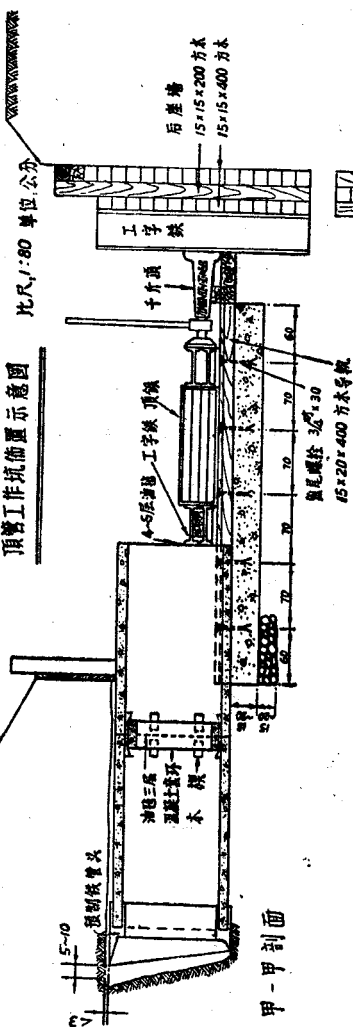


圖 2 b

工作坑內2.0公尺長的工字鋼共有8根, 其中4根是立在后座牆的前面。千斤頂的底座緊緊地依在此工字鋼上, 當千斤頂發揮頂力時, 其作用力便通過這些工字鋼傳佈在后座牆上, 其餘4根橫放於

頂管工作坑佈置示意圖

比尺, 1:80 单位, 公分



3

木導軌上的管件與千斤頂之間(見圖3)。

15公分的工字鋼，是順長放在千斤頂的前面，一端緊靠頂靴，另一端接近被頂管件後面橫放的工字鋼上。

當將管件頂進土中15公分以上時，則應將千斤頂伸出的頂槓縮回原位，並將此15公分的頂鉄取下換以30公分的頂鉄，頂進15公分時，將頂槓縮回。再加上15公分的頂鉄，又頂進15公分時，將頂槓縮回，並將原放的30公分及15公分的頂鉄一齊取下，換以60公分頂鉄，如此循序進行操作，當1.0公尺~1.2公尺時，取下一部分頂鉄，放下第二節管子與第一節挨緊，兩管接頭處加油毡墊圈3~4層，管內加內套環，套環與管壁之間用木楔擠緊，然後再以15公分的頂鉄開始循序操作，直至穿過全部障礙物為止。

在頂力不超過100噸時，可採用頂木，頂木的規格，分以下幾種：

- (1) 30公分×30公分×30公分
- (2) 30公分×30公分×60公分
- (3) 30公分×30公分×120公分

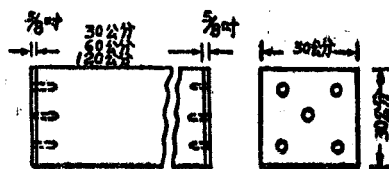


圖 3 a

頂木兩端鑲以30公分×30公分×5/8吋的鋼板(如圖3a)。

上述頂木係順向使用的，另外還須配備一個15公分長的頂鉄，以便倒換頂管。

如頂力大於100噸，則頂木將被壓壞或由於壓縮而影響進度，

故須使用頂鉄。

使用頂鉄時，兩排順向頂鉄應加兩根拉杆，以免受壓時崩開或移動。拉杆的尺寸及拉杆與頂鉄的連接方法如圖36所示。

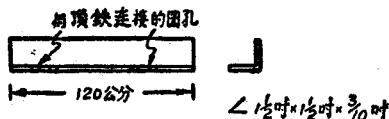


圖 36

配合頂鉄頂木時，尚須準備鉄墊板，墊於頂靴與頂鉄間的空隙中，以期使頂槓的行程充分發揮頂進作用。墊板的規格為30公分 $\times$ 30公分 $\times$ 3/8吋，每組頂管設備應配備鉄墊板6~8塊，墊板的一邊彎成直角（如圖3B），以便掛於頂鉄上面。

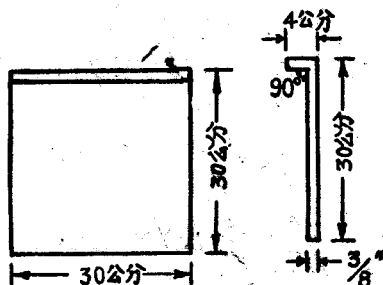


圖 3B

（五）混凝土平基和導軌在工作坑內管綫上澆筑 110 号混凝土平基，尺寸規定如下：

1. 寬 = $D + 0.60$ (公尺) 式中 D = 管子內徑
2. 長 = 4.0 公尺
3. 厚 = 15~30 公分 (一般採用 30 公分，在土質堅硬的情況下)

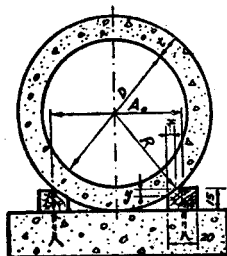
可採用15公分,但在導軌地腳螺絲處,仍保留30公分。若土質過潮或松軟時,應在平基下鋪卵石層15~20公分,然後再澆筑30公分厚平基)。

4. 高程與縱坡应符合管綫的要求。

導軌是用兩根20公分×15公分×4.0公尺的方木並用地腳螺絲與平基联接在一起而成的,將兩根導軌的內側上角做成三角形抹角,導軌間距是根据不同管徑加以規定的,當管子放在導軌上,管子表面要与平基及兩導軌的抹角三點接触(見圖4)。

導軌軌距及抹角計算

單位:公分



\$D\$	\$t\$	\$x\$	\$y\$	\$A_0\$
90	15.5	6.6	5.0	86.6
100	"	6.9	"	89.0
110	"	7.3	"	92.4
125	"	7.7	"	96.6
160	"	8.8	"	105.2

\$D\$—管內徑 \$t\$—管皮厚

\$x\$—導軌抹角水平寬度

\$y\$—導軌抹角垂直高度

\$A_0\$—兩導軌間中心距

$$x = \sqrt{R - (R - 15)^2} - \sqrt{R^2 - (R - 10)^2}$$

圖 4

導軌的作用,不僅在未頂進以前能穩定管件,不使向兩側滾動,並且也能控制管件沿着設計要求的中心綫、高程和坡度向土中推進。因此,敷設導軌是保證頂管工程質量的關鍵性的工作,裝置時須特別注意。