



公路养护經驗选輯

(II)

改善土路的經驗

交通部公路总局編

人民交通出版社

公路养护經驗选輯

(II)

改善土路的經驗

交通部公路总局編

人民交通出版社

本書介紹了山東省各公路部門利用當地的砂土、礫石、風化石及干溝石等不同的材料，大量改善原有土路的經驗，敘述時對於具體操作方法、材料選擇、注意事項、適用範圍以及所需工料費等均有詳細交代，凡遇專門術語均另作通俗注解。書後還附有簡單易行的土壤試驗方法。可供全國各地改善土路時參考應用。

統一書號：T15044·1122-京

公路養護經驗選輯

(II)

改善土路的經驗

交通部公路總局編

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新華書店發行

公私合營慈成印刷工廠印刷

1956年6月北京第一版

1956年6月北京第一次印刷

開本：787×1092₃₂

印張：1₈張 插頁：2頁

全書：29,000字

印數：1—20,100冊

定價(9)：0.20元

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號)

目 錄

前言

(一) 粘性土壤穩定粉砂質土壤路面·····	2
(二) 鹽漬土壤穩定粉砂質土壤路面·····	8
(三) 砂礫粘土混合料改善路面·····	11
(四) 風化石改善路面·····	16

附錄:

(一) 土壤顆粒種類的工地簡易鑒別法·····	20
(二) 用篩分法求土壤的級配的方法·····	21
(三) 野外測定顆粒組成的簡易方法·····	24
(四) 試驗土壤液限、塑限、塑性指數的方法·····	29
(五) 土壤含鹽種類的分析方法·····	31
(六) 土壤含水溶鹽含量的測定方法·····	31
(七) 土壤含碳酸鹽的判定方法·····	32
(八) 表面係數及最大分子吸水量的測定方法， 二者的關係·····	33
(九) 改善土路時材料試驗所需儀器、試劑配置表·····	插頁

前 言

山东省現有通車公路中，土路約占94.7%。这些土路，在平原地区大部分是粉砂質土壤，晴天行車时塵土飛揚，路基消耗很快，且随修随坏，表面坑窪不平，下雨以后，又顯得泥濘不堪，要等天晴后兩天才能通車；丘陵地区大部分是粘性土壤，路面也不平整。平时这些土路到处是坑槽、車轍。由于路面崎嶇不平，一般行車时速僅在20公里以內，燃料消耗很多，机件损伤的也很厉害。

山东省养路部門，根据以上情况，恰当地掌握了“因地制宜，就地取材”的原則，利用砂土、礫石、風化石及干溝石等当地材料改善土路。这些改善了土路路面都很平坦坚实，行車速度普遍提高到每小时30~40公里，个别路段可达到50公里，雨后阻車時間也大为縮短。它花錢少而效果很好，符合于过渡时期經濟適用的原則。

全國現有的公路中，土路約占50%以上，这些道路大部分都是需要改善的。因此，山东省的經驗是值得推廣的，我們現在將該省改善土路的資料加以整理編印，并附以材料簡易試驗方法，各地养路部門可根据当地具体情况試行采用。

(一) 粘性土壤穩定粉砂質土壤路面

这一方法首先在山东省公路局聊城管理段試行。

1. 改善前道路的情况：山东省聊城平原地区的公路，絕大部分是粉砂質土壤。用这种土壤修成的公路，晴天塵土很大，浮土厚达20多公分，路面崎嶇不平，車速不能超过15~20公里；雨天泥濘不堪，須停止交通，雨止后兩天才能通車。

2. 材料：聊城附近是黃泛区，这一帶不產砂石材料，要想改善路面是很困难的。后來道班工人在路旁地面下不同深度的地方（一般在50公分以下）找到淤積的粘土鹽母^①及粘土層（大家叫做黃河淤



圖1 用木鑽探器鑽取土樣，看是否適合作为改善路面的材料的那种土），厚度自数公分至1公尺不等（一般是50~60公分）。

① 粘土鹽母：是一种包括砂土、粉砂土与粘土的混合土壤，其中粘土占12~18%，砂土(0.05~2.00公厘)比粉砂土(0.005~0.05公厘)占的比例大。

这是改善粉砂質土壤路面很好的一种材料。

3.操作方法：目前采用的方法是由道工摸索出來的，操作程序如下：1)挖路槽：挖掘3.5公尺寬路槽（只挖邊緣15~30公分）。

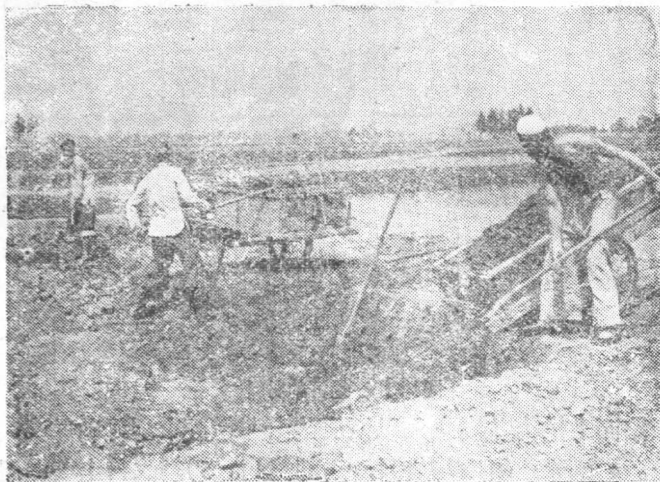


圖2 采集適合改善土壤路面的材料



圖3 拌和改善土壤路面的材料

• 3 •
RHP 24/13



圖4 耙平鋪好的材料

2)在原路面上挖梅花窩^①，以便使粘土与粉砂土更好的結合。3)清除浮土。4)洒水：須均匀噴洒，全部湿润。5)鋪改善土壤：用粘土填埤或粘土鋪在路槽內，耙平，并校驗縱橫坡（路拱橫坡 4%）。6)輾压：先用人工石輾輾压，以后再利用行車輾压。

4. 注意事項：1)粘性土層不宜过薄，太薄容易破碎，或在初雨时易被車輪整个粘起；也不能太厚，厚了雨后不容易干，延長阻車時間。根据聊城等地經驗，压实厚度以10~12公分最为適宜。2)由于采用的土壤粘性不同，改善的效果也不一样，根据实地观察与試驗証明：粘土含量不宜过高或过低。粘土含量太少，塑性指数^②太低的时候，晴天表面成麻面形狀，顯得較松；粘土含量过多，塑性指数过高的时候，晴天路面呈龜裂不平現象，雨后容易軟化，难干，延長阻車時間；粘土含量適当就沒有麻面或龜裂現象。可見粘

① 梅花窩：在路面上挖成如梅花形  的一个个淺坑，聊城养路段称为梅花窩。

② 塑性指数：液性限度減去塑性限度的差数叫做塑性指数。塑性指数高表示粘性大，如土壤缺乏粘性，塑性指数可用“量塑性”来表示。

土含量或塑性指數是決定改善質量好壞的關鍵。聊城地區幾個地方由於採取不同粘性的土壤，所得的效果也不一樣，詳見表1所示。

表 1

取土地點	顆粒組成 (%)			塑 性 限 度			表面係數	最大吸水量	土樣名稱	觀 察 現 象
	2.00~0.05公厘	0.05~0.005公厘	<0.005公厘	液限①	塑限②	塑性指數				
陽谷梨園南	19	60	21	23	17	11	13.5	13.4	粉質粘土	較易松散，表面有麻面，塵土較多
陽谷梨園北	19	53	28	33.8	13	15.8	15.9	15.2	粘土	表面光滑平整，無麻面
何官屯	22	49	29	44.9	23.5	21.4	16.1	15.6	粘土	有龜裂紋，塵土較少

注：表面係數及最大分子吸水量測定法見附錄〈八〉。

① 液限：即液性限度。已達到可塑狀態的土壤，如再加水至開始變成流動狀態，這時土壤中所含水分與干土淨重的百分比叫做液性限度。

② 塑限：即塑性限度。干土逐漸加水到開始成為粘軟可塑狀態時的含水量叫做塑性限度，以這水分與干土淨重的百分比來表示。



圖5 用石轆轤壓路面

所以在用粘性土壤改善砂性土壤時，必須先進行材料試驗，即

使有几种相同的材料，也需要通过試驗來選擇最經濟、最適用的材料，以达到更高的效果。3)鋪穩定土壤層以前，要把原來的路面整平，洒水压实，洒水的数量要足够，应使原路面濕潤，但不發軟，



圖6 指揮來往車輛壓面層

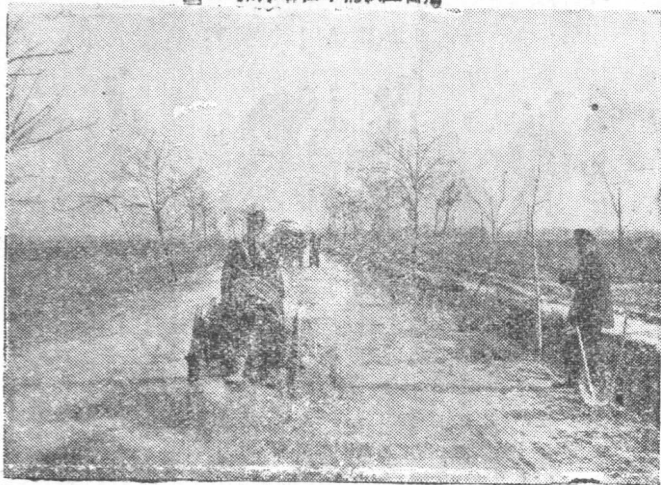


圖7 經常洒水养护改善面層

然后再鋪面層土壤，这样可使上下粘結，厚度均匀一致，保証路面平坦。4)用人工石碾碾压时，面層土壤至少須达标准压实度80%以上，然后再利用行車碾压，以保証路面平整。5)做好备水、洒水工作，保証改善面層，在適當含水情况下，达到足够的压实度后才停止洒水。

5. 適用范围：1)气候比較干燥，雨量不多，降雨時間比較集中的地区；2)地下水位不高或路基有必要的高度，毛细水^①不致影响路基与路面的穩定性的地方；3)路基土壤为松散的粉砂質或細砂土壤，而砂石築路材料又極缺乏的地方；4)交通量每晝夜平均在 100 輛以下的地方。

6. 改善后的效果：用粘性土壤改善砂質土壤路面，对提高运输效率有顯著的作用。改善的方法既簡易又經濟，是可以普遍試行的一种方法。經改善的土路，在晴天路面成为有相当承載能力^②而不松散的硬層，能保持表面平整，减少塵土飛揚，車速提高到每小时 26~28 公里，最高可达 32 公里。大雨后約一天，小雨后約五小时即可通車，大大地改善了行車条件。在每晝夜汽車 100 輛以下及獸力車 150 輛以下的交通密度，可維持一年。

7. 工料費：用这种方法改善路面，根据运水与运土的距离不同（約 300~700 公尺）每公里約需 150~200 工日，每个工日按 2 元計算（包括道班工資、福利費、公雜費、工具折旧費等，并將雨、病、例假等工的工資攤入实际工作工日的工資中），每公里造价約 300~400 元。

8. 進一步改善的方法：1)收集爐渣、煤灰或砂礫，雨后再改善

① 毛细水：土壤颗粒之間因表面水膜的張力作用会形成毛细管的作用，地下水借土壤的这种毛细管作用由下向上升，这种上升的水分叫做毛细水，各种土壤毛细水上升的高度也各有不同，一般粘土及鹽土的毛细水上升比砂土高。

② 承載能力 路面負荷行駛車輛的能力。

層上加鋪一薄層，可以提早通車。2)如想晴雨通車，可採用石灰或水泥穩定粉砂土的方法。

(二)鹽漬土壤^①穩定粉砂質土壤路面

這一方法首先在山東省公路局巨野管理站二郎廟道班試行。

1.改善前道路的情況：與上述用粘土穩定的土路改善前情況大致相同。

2.材料：山東省荷澤專區游集一帶為鹽漬性土壤，當地居民在干旱的時候，把地面上約5公分厚的含鹽土壤收集起來，用水溶解，把濾出的溶液蒸發制鹽。100斤土壤大約能制出4斤鹽，制鹽以後土壤仍含有相當的鹽分，道班工人利用這些歷年制鹽堆積的廢土來改善粉砂質土路，效果很好。

3.操作方法：與採用粘性土壤改善的方法一樣。包括：挖路槽、清除浮土、洒水、鋪鹽漬土、整平、洒水、用人工石轆轤壓、利用行車轆轤壓等工序。

4.注意事項：1)鹽漬土分布較廣的地區，如山東荷澤專區，除制過鹽的廢土外，含鹽成分多、不適制鹽的天然鹽漬土壤，也大都適于穩定土路。鋪築厚度可在10公分以內。低窪地點的滷水^②是否可用，要經過試驗後才能確定。2)鹽漬土的種類須經試驗分析，並不是任何鹽漬土都可以穩定土路，從巨野等路段所取土樣，經試驗證明，氯鹽有吸濕性^③能發生穩定作用；硫酸鹽^④類則在結晶時膨

① 鹽漬土壤：是鹽水浸漬過的土壤，根據土壤學的說明：一公尺土層含鹽量超過0.2%的土壤(表土)就叫做鹽漬土。

② 滷水：就是鹽滷，是含鹽的水。

③ 吸濕性：物質能吸收空氣中或土壤中的水分而保持一定的含水量叫吸濕性，鹽類就有吸濕性。

④ 硫酸鹽：是含硫酸根的鹽類，芒硝就是硫酸鈉，是硫酸鹽的一種，有些地方所產的鹽滷是含有芒硝成分很多，如雲南元永井。硫酸鹽結晶時膨脹性大，就不穩定，不宜用作改善土路。

脹性甚大，用了会得到相反的效果；鈣鹽^①的性質比鈉鹽^②对公路有利(詳見表2)。含鹽量也須經試驗分析確定，过少不能發生預期的效果，过多反而有害，氯鹽以占土壤总成分的1~3%最適合。3)如用澆洒鹽水的方法來穩定土壤，应考慮鹽分的用量、維持時間的久暫，作經濟比較。

5.適用範圍：鹽漬土并不是到处都有，產量一般也不多。从就地取材的原則來說，僅適用於產鹽漬土的地区，否則材料運費太貴，影响造价。

6.改善后的效果：由于鹽漬土有吸湿性，土壤能長期保持一定的含水量，使原來粘性不足的土壤，借水分的保持而獲得粘結，不致松散。土壤在經常保持一定含水量的情況下，依靠行車的輾壓，能得到極為滿意的輾壓效果。不論晴天或雨天，对行車条件的改善都比粘土改善的路面为好。其优点是：1)鹽土含砂土及粉土較多，粒徑較粘性土壤大，脹縮性^③小，于旱时无龜裂現象；2)能保持一定的吸湿量，揚塵不大；3)表面压实度大，透水性小，容易排干，雨后不泥濘，一般在雨后三、四小时可以通車，大雨后通車時間也較用粘土改善的路面早，密实度^④較大，形變模量^⑤与耐磨性^⑥較高，且不易被水冲刷，在每晝夜汽車40輛、獸力車50輛的交通密度下，一年只磨耗2~3公分；4)路面平整，車速平均达到每小时30~35

① 鈣鹽：含鈣質的鹽類，如氯化鈣，鈣鹽吸濕性較好，到飽和時（即吸足水分時），能起絨毛狀堵住水分再侵入的作用。

② 鈉鹽：含鈉的鹽類：如食鹽，就是氯化鈉。

③ 脹縮性：土壤遇到水分体積就膨脹，干燥時就收縮，粘土因粒徑小脹縮性大，易起龜裂現象，砂土因粒徑較大，脹縮性小。

④ 密实度：土壤顆粒緊密的程度。面層土壤一般要求密实度達到95%。

⑤ 形變模量：路面或土層受外力的挤压作用。發生變形，在單位面積內，材料本身所能抵抗形變發生的力量。叫做形變模量，單位以公斤/平方公分計。

⑥ 耐磨性：路面抵抗磨損的能力，磨損少，就是耐磨性高的表示。

表 2

觀察路段	地點	厚度(公分)	寬度(公尺)	含鹽量(%)	吸濕含水率	鹽內所含萬子百分率					鹽漬土的类型		
						鈣 Ca ⁺⁺	鎂 Mg ⁺⁺	硫酸根 SO ₄ ⁻⁻	氯根 Cl ⁻	重碳酸根 HCO ₃ ⁻	总和	按照含鹽 的性質	按照含鹽 量 (%)
第一段	定陶游集	14~15	3.5	0.70	1.23	17.56	2.56	60.87	0.81	0.50	82.33	硫酸鹽漬土	中鹽漬土
第二段	杜道口	14~15	3.5	1.81	1.99	1.00	6.78	23.80	46.43	1.32	79.23	亞氯鹽漬土	"
第三段	巨野	15~18	3.5	0.90	2.03	15.95	2.69	59.32	10.17	2.80	90.84	硫酸鹽漬土	"

續

顆粒組成 %			塑性限度				表面係數	最大量水分(%) 分子吸	觀察情況				備注
			液限	塑限	塑性指數	表面粘性			密實程度	早晨觀察	耐鹽性		
2~0.05 公厘	0.05~ 0.005 公厘	<0.005 公厘	27.9	19.7	8.2	12.2	14.3	有麻面	較易挖動	顏色較淺	較差, 估計 年約 5 公分	尚有其他礦物質未作詳細 分析, 故离子百分率总和 并非完整分析的數據。	
24	61	15	27.3	19.0	8.3	12.3	14.8	較光滑	較難挖動	顏色較深	較好, 年約 3 公分		
18	59	22	30.0	19.0	11	15.1	14.2	有輕微 松散	較易挖動	顏色較淺	較差		

公里。因为有以上优点，工人称之为三不怕路面：不怕太陽晒，不怕車輪压、不怕雨水冲刷。

7. 工料費：所需工数視鹽漬土及水的运距远近而異，运距 700 公尺範圍內，平均每公里約需150~200工日，亦即約需工料費 300 ~400 元。

8. 進一步改善的方法：單用鹽漬土穩定路面土壤仍不能解决雨天通車問題。如行車要求条件較高，交通量較大时，可考慮粒料与鹽土并用，以达到晴雨通車的目的

（三）砂礫粘土混合料改善路面

这一方法首先在山东省公路局沙河管理站試行。

1. 改善前道路的情况：山东省津浦鐵路以东，膠济鐵路以南大部分地区是丘陵地帶，道路多系粘性土路，大雨后一般需3~5天才 能通車，路面不平，行車时速約在20公里以下。



圖8 在公路兩旁采集砂礫粘土混合料

2. 材料：在公路兩旁可以找到良好的天然級配粗砂礫及粘性土壤；沿河区可以找到粗砂、中砂或細砂



圖9 洒水拌和砂礫粘土混合料

3. 操作方法：將砂礫材料与粘性土壤按体積比 60 %：40 % 或 50 %：50 % 配合，洒水拌和均匀，鋪在原有土路上。鋪築寬度为 3.5 公尺；厚度最少为 5 公分，最多为 10 公分。輾压方法各有不同，如臨沂至鄒城綫每晝夜交通量达 150~200 輛，采用分層鋪裝法，依靠行車分層輾压的办法，諸城采用一次鋪裝，先用 400 斤石輾压 4~5 遍，然后利用行車輾压。这两种方法都能得到令人滿意的压实度。

4. 注意事項：1) 材料須做篩分及塑性限度兩種試驗，以便設計出符合規定的級配組成及塑性指数的配合比^①。在配料的时候，必須認真根据設計的指标進行。山东用砂土混合料及磚土混合料改善得較好的几段路上的材料試驗如表 3 所示。可做各地配料的参考。
2) 路面厚度不应当随便估計，要進行計算，根据目前的交通性質及交

① 配合比：是各种材料配合的比率，配合比有按重量的，有按体積的。



圖10 鋪撒并耙平拌好的砂礫粘土混合料

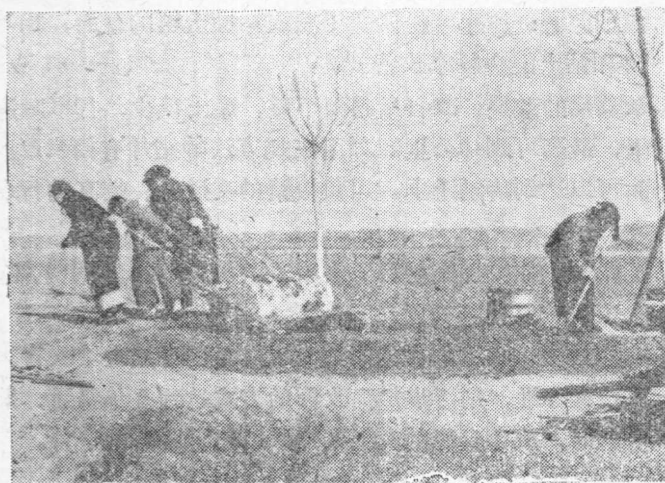


圖11 利用石碾輾壓改善層