

大安森林樹勢恢復目的之植栽基盤改良試驗報告

2016 年 3 月（民國 105 年）

日本 一般社團法人 街路樹診斷協會

Urban Tree Diagnosis General Incorporated Association ,Japan

笠松滋久，伊東伴尾，成本花詠

【一般社團法人 街路樹診斷協會】

是 1998 年創立的，以樹木醫為中心的技術者集團。會員是有樹木醫資格人員的企業，培育都市樹木為目的進行診斷活動，通過會員間的相互交流來不斷提高診斷技術。起初是為了保護道路交通安全，開發普及行道樹危險木的診斷技術。現在擴張到公園，私有土地，神社佛堂等，都市內所有樹木進行診斷和治療。

目 次

1. 調查目的和概要·····	P 5
1.1 調查目的	
1.2 調查概要	
1.2.1 植栽基盤改良的實施方法	
1.2.2 實施預備調查	
1.2.3 土壤改良方法的種類	
1.2.4 使用的土壤改良材	
1.2.5 試驗對象樹木的追加	
2. 植栽基盤改良試驗的實施方法·····	P8
2.1 樹木地上部的測量	
2.1.1 樹木形狀尺寸的測量	
2.1.2 樹木衰退度調查	
2.2 土壤改良方法的種類	
2.2.1 面形改良（扇形改良）	
2.2.2 挖溝改良（放射狀）	
2.2.3 挖溝改良（連續溝：Trench）	
2.2.4 設置浸透井	
2.2.5 部分改良（點穴）	
2.2.6 壓入式・土壤灌注	
2.2.7 追加試驗項目	
2.3 改良試驗時間的測定	
2.3.1 每棵樹木的改良方法和作業時間	
2.3.2 各試驗區的土壤改良方法和施工工時	
2.3.3 影響施工工時的原因	
3. 試驗地點和試驗對象樹木·····	P
3.1 試驗對象樹木的位置	
3.2 試驗對象樹木調查結果	
3.2.1 樹種，樹木形狀尺寸	
3.2.2 樹勢衰退度結果	

3.2.3 土壤改良試驗 每一樹木的改良方法（實施結果）	
4. 試坑剖面調查結果	P
4.1 試坑剖面調查方法	
4.1.1 試坑剖面挖掘	
4.1.2 調查內容和判定標準	
4.2 試坑剖面調查結果	
4.2.1 No. 5 地點，扇形改良的試坑剖面調查結果	
4.2.2 No. 7 地點，扇形改良的試坑剖面調查結果	
4.2.3 No.10 地點，點穴改良的試坑剖面調查結果	
4.2.4 No.11 地點，連續溝（Trench）試坑剖面調查結果	
4.2.5 No.14 地點，挖溝改良（放射狀）的試坑剖面調查結果	
4.2.6 No.15 地點，扇形改良的試坑剖面調查結果	
5. 大安森林公園植栽基盤的狀況.....	P
5.1 關於試坑剖面 and 根系發達狀況	
5.1.1 關於土壤層位和土色	
5.1.2 關於腐植含量	
5.1.3 關於土性	
5.1.4 關於土壤硬度和堅密度	
5.1.5 關於土壤構造	
5.1.6 有關石礫	
5.1.7 有關濕潤狀況	
5.2 調查中發現的基盤狀況	
5.2.1 埋設管的注意	
5.2.2 有很多瓦礫（建築廢棄物）	
5.2.3 不同特性的土壤 隨意分佈	
5.3 關於大安森林公園植栽基盤的考察	
6. 有效率的改良方法（結合施工時間測量結果）	P
6.1 關於作業時間的測量	
6.2 各施工方法所需作業時間	

7. 今後的試驗追蹤調查和評價方法·····P	
7.1 追蹤調查的實施	
7.2 最終調查	
7.2.1 確認根系生長量	
7.2.2 確認地上部生長量和樹勢	
7.3 最終評價	

【 附 加 資 料 】

1. 各試驗區的狀況 [試驗樹木號碼 No.1～27]
2. 試驗對象樹木位置圖
3. 樹木衰退度調查表（活力度評價）
4. 試坑剖面調查表

1. 調查目的和概要

1.1 調查目的

大安森林公園位于臺北市內，是都市人們休憩的樂園，被市民廣為利用。還有，公園的大量綠化貢獻於都市環境的改善，已成為很寶貴的都市公園。

但是，修建公園已時隔 20 多年的現在，公園出現樹木的衰退和落枝，倒木等災害。圍繞樹木的環境有日照，氣象，病害蟲，人為傷害等有很多種。但是恢復樹勢最現實且最有效的辦法是改善土壤（植栽基盤）環境。在此，為了解樹勢衰退的原因和改善方案，在 2014 年 5 月進行了[大安森林公園樹木根系和植栽基盤的調查]

調查結果，發現基盤土壤固結，通氣透水性，腐植含量等都有問題。左右樹勢生長的是樹木根系，樹木根系發達的基礎條件是土壤的物理性（固結，通氣透水性），為了找出公園內改善土壤物理性之最適合的方法，實施了此次的土壤（植栽基盤）改良試驗。

1.2 調查概要

1.2.1 植栽基盤改良的實施方法

（1）植栽基盤改良試驗的實施概要

利用大安森林公園內樹勢不佳的樹木，實施各種土壤改良方法，之後進行跟蹤調查兩年。兩年之後，調查樹木成長量和根系的發達狀況，確認各種土壤改良方法的效果。最後，確定哪一種改良方法對本公園的樹勢恢復最有效果，效率，這也是本次試驗的目的。

（2）試驗・調查者和試驗日程

試驗・調查者：伊東伴尾（日本樹木医登録No.7），笠松滋久（日本樹木医登録No.93）

成本花詠（日本樹木医登録No.2407）

試驗實施日期：2016 年 1 月 13 日～1 月 26 日（實際作業 11 天）

1.2.2 實施預備調查

（1）預備調查實施日期和調查者

實施此次試驗之前，為了選擇試驗區域和試驗對象木及探討具體土壤改良方法，實施了預備調查。在此基礎上，確定了試驗對象樹木和植栽基盤等相類似的條件，以便各種改良方法相互比較而研究。

預備調查實施日期：2015 年 4 月 13 日～17 日

預備調查實施者：伊東伴尾（日本樹木医登録No.7），笠松滋久（日本樹木医登録No.93）

預備調查實施內容：試驗區域的選擇（確認試驗是否可行）

樹木衰退度調查

土壤硬度試驗（長谷川式土壤貫入試驗）

(2) 試驗區域・試驗對象樹木的選擇標準

通過預備調查選擇了 20 棵樹木。選擇了符合以下①～⑤條件的試驗體。

① 日照條件

實施土壤改良試驗時，日照對成長量影響很大，因此選擇了日照條件相同的樹木。

② 競爭條件

樹木成長與相鄰樹木競爭激烈其影響甚大，所以選擇了不受相鄰樹木影響的樹木。

③ 樹勢

爲了選擇樹勢相近的樹木，進行了樹木地上部衰退度判定後確定了試驗對象樹木。

④ 土壤條件

實施土壤改良試驗時，用長谷川式土壤貫入計測量了原有土壤條件是否有很大差異。

⑤ 試驗範圍的決定

大安森林公園植栽密度很高，土壤改良試驗必須應預先確認與相鄰樹木的距離。範圍選擇以試驗對象木的樹幹與樹幹間隔最小 5m 以上為基本，試驗對象木的土壤改良範圍相互不影響為標準進行的。

對各個試驗對象木，以樹幹為中心半徑 2.0m 範圍實施土壤改良為基本，爲了保護樹木根部，在離樹幹 50cm 處開始實施土壤改良之方法。

(3) 預備調查選擇的試驗對象樹種和棵數

在預備調查中選擇的試驗對象木為阿勃勒 12 棵，榕樹 5 棵，茄苳 1 棵，樟樹 1 棵，臺灣樂樹 1 棵。符合上述選擇條件的，阿勃勒的棵數較多。

1.2.3 土壤改良方法的種類

對於經過預備調查選擇的 20 棵試驗對象木，選擇決定在大安森林公園可以進行施工的①面型改良（扇型），②挖溝改良（連續溝），③挖溝改良（放射狀），④部分改良（點穴），⑤壓入式改良（土壤灌注）等 5 種改良方法。

另外，在上一次的「大安森林公園樹木根系和植栽基盤的調查」中，已了解到基盤的排水性非常差，所以增加了併設滲透井的試驗區。滲透井設在No.6～No.12 的阿勃勒試驗區，此區與No.1～No.5 的阿勃勒試驗區追蹤有無差異。

※各方案的具體實施方法，請參考次項 2，植栽基盤改良試驗的實施方法

1.2.4 使用的土壤改良材

上一次調查結果已判明土壤固結，通氣透水性，腐植含量等需要改善。所以，這一次試驗的資材選用了已被廣泛證明對上述問題有改良效果或改良效果非常明確且很容易買得到的資材，黑曜石發泡粒和泥炭土作為改良材。

黑曜石發泡粒作為無機材，是改善通氣透水性效果很明顯的資材。提供腐植可考慮各種有機物，在此為了避免近似生的未熟的有機物質或象食品殘渣等含鹽量高的資材等，所以

選用了質量較定的泥炭土。

1.2.5 試驗對象樹木的追加

挖溝改良（連續溝：trench）和滲透井試驗區挖掘時，不屬於對象木的相鄰列植阿勃勒的根系也漏出。這些樹木可預測到根系發達也受挖溝改良的影響，因此，將連續溝邊的 3 棵阿勃勒追加為試驗對象木，作為對照樹木也還選擇了同一地點列植的 4 棵阿勃勒為試驗對象樹木。

挖連續溝時，切斷了 3 棵阿勃勒的根系。被切斷的根系會促使樹體發出新的根系。其他試驗區是因為使用空氣挖掘機挖掘，不會切斷根系。追加的試驗對象木中，根系被切斷的和根系沒有被切斷的各自進行土壤改良，相互比較，確認它們的差異。

還有，追加的試驗對象木的根系切斷面，用鋸和剪刀剪平后，作為殺菌劑塗抹了樹木切口膏。

2. 植栽基盤改良試驗的實施方法

2.1 樹木地上部的測量

2.1.1 樹木形狀尺寸的測量

<測量方法>

(1) 樹高・樹冠

從樹高・樹冠可預測因強風而折枝等，以最大值 0.5m 為單位，用箱尺測定。（照片 2-1）
這些成長量數據是土壤改良效果的參考值。

(2) 幹周

幹周的成長量是確認土壤改良效果的最重要數據，所以爲了提高測量的精確性，進行了如下的措施。

- ① 測量了臺灣標準的樹幹高 100cm 處和日本標準樹幹高 120cm 的兩處。
- ② 爲了以後也能在同一處測量，用油性筆畫出圓周，按圓周綫測量了幹周。（照片 2-2）
- ③ 測量時爲了緊貼樹幹用了軟捲尺，圍繞樹幹的凹凸部分，以 mm 為單位測量了周長。
- ④ 傾斜的樹木不按垂直高度，從樹幹底部沿著樹幹測量 100cm, 120cm 處。
- ⑤ 有氣根的樹木，不在氣根的外側，而在氣根的內側進行了測量。氣根和樹幹的間隔狹窄而不能插入捲尺時，把測量處的氣根切除測量。（照片 2-3）。



照片 2-1 用箱尺測量樹高



照片 2-2 標示 100cm・120cm 高



照片 2-3 切除不定根

(3) 追加試驗對象樹木的測量

鄰接溜冰場調查區中，相鄰挖溝改良區（NO. 10, NO. 11, NO. 12）的鄰接木，預計會有改良效果，所以把這 3 棵（NO. 24, NO. 25, NO. 26）和，對象木 4 棵（NO. 21、NO. 22、NO. 23、NO. 27）追加為試驗對象樹木。

2.1.2 樹勢衰退度調査

依據土壤改良方法追蹤調查樹勢衰退度的變化差異作為評價土壤改良方法的參考數據。調查用日本綠化中心的調查表(表 2-1)。此調查是根據調查者的個人判斷進行的相對調查，所以追蹤調查也由同一個人進行評價。

表 2-1 樹木衰退度調査表

樹木衰退度調査票

測定項目	評 価 基 準					評点
	0	1	2	3	4	
1. 樹勢	旺盛な生育状態を示し、被害が全く見られない	いくぶん影響を受けているが、あまり目立たない	異常が明らかに認められる	生育状態が劣悪で回復の見込みが少ない	ほとんど枯死	
2. 樹形	自然樹形を保っている	若干の乱れはあるが、自然樹形に近い	自然樹形の崩壊がかなり進んでいる	自然樹形がほぼ崩壊し、奇形化している	ほとんど完全に崩壊	
3. 枝の伸長量	正常	幾分少ないが、目立たない	枝は短くなり細い	枝は極度に短小、しょうが状の節間がある	下からの萌芽枝のみわずかに成長	
4. 梢端の枯損等の被害	なし	少しあるがあまり目立たない	かなり多い	著しく多い	梢端がない	
5. 枝端の枯損等の被害	なし	少しあるがあまり目立たない	かなり多い、切断が目立つ	著しく多い、大きな切断がある	ほとんど健全な枝端がない	
6. 枝葉の密度	枝と葉の密度のバランスがとれている。	0に比べてやや劣る	やや疎	枯枝が多く葉の発生が少なく著しく疎	ほとんど枝葉がない	
7. 葉の大きさ	葉がすべて十分な大きさ	所々に小さい葉がある	全体にやや小さい	全体に著しく小さい	わずかな葉しかなくそれも小さい	
8. 剪定後のまきこみ	カルス形成が旺盛でまき込みが早い	普通	やや遅く古傷が残る	著しく不良で傷口が腐朽	全く巻き込みがみられず腐朽が著しい	
9. 樹皮の状態	傷などほとんどなし	穿孔・傷が少しあるが、あまり目立たない	樹皮に明らかに異常がある	大きな空洞、剥がれがある	樹皮の大部分が枯死	
10. 材質腐朽	なし	枝からの腐朽少しあり	大枝・幹の腐朽あり	幹の腐朽かなり進む	幹の大部分が腐朽	

衰退度＝各項目の評価値の合計÷10＝

衰 退 度	区 分					I: 0~0.8 未満 II: 0.8~1.6 未満 III: 1.6~2.4 未満	IV: 2.4~3.2 未満 V: 3.2~4.0
	I	II	III	IV	V		

2.2 土壤改良方法的種類

2.2.1 面形改良（扇形改良）

樹木周圍分割成 1/4，計劃分成兩年進行土壤改良，這次進行了 1/2。為了保護樹木根部，從樹幹底部半徑 50cm 以內不挖掘，在其外側 1.5m 範圍進行挖掘改良，改良深度以 60cm 為標準。（參照圖 2-1）

<實施工程>

① 確定位置

按計劃圖標出土壤改良位置，除去改良區的草皮。

（照片 2-4，5）。

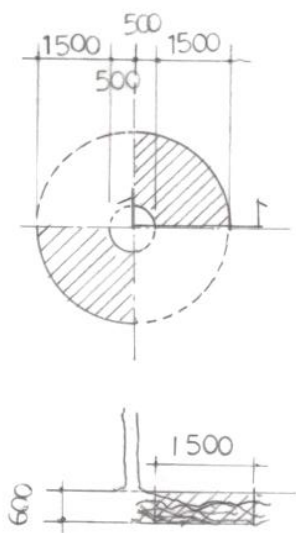


圖 2-1 扇形改良方法實施圖



照片 2-4 扇形改良位置確定



照片 2-5 扇形改良部草皮去處

② 挖掘土壤排放溝

在土壤改良外圍周邊，用怪手挖 1.0m×1.0m×1.0m 大小的土壤排放溝。（照片 2-6）。

③ 用空氣挖掘機挖掘。

用空氣挖掘機，在標出的確定位置以深度 60cm，小心謹慎挖掘以免切斷樹木根系，並把土壤吹到②的土壤排放溝（照片 2-7，8）。



照片 2-6 挖掘土壤排放溝



照片 2-7 用空氣挖掘機開始挖掘

④ 排放溝的土壤挖掘出來堆積到一邊

排放溝積滿的土壤，用怪手臨時堆放到排放溝外側。此時，挖掘土壤裏的瓦礫等挑出來，以便回填時不要混到回填土壤內。

⑤ 挖掘出的土壤混合土壤改良材

臨時堆放的挖掘土壤④取 70%，加進去黑曜石發泡粒（TC）15%和泥炭土 15%的土壤改良材（照片 2-9）用怪手和人工混合。考慮到土壤改良材的減容率，黑曜石按 1.1 倍，泥炭土按 1.25 倍增加了使用量。為了使材料混合均勻，混合作業反復了好幾次。



照片 2- 8 用空氣挖掘機挖掘



照片 2-9 挖掘的土壤混合土壤改良材

⑥ 回填土壤改良材混合土

把⑤的土壤改良材混合土，用怪手和人工回填到用空氣挖掘機挖掘的溝槽裏（照片 2-10）。此土壤已被疏鬆所以回填之後會下沉，因此回填時輕輕進行踩壓且回填高度比平面高出 10-15cm 高（照片 2-11）。

⑦ 殘土處理

沒有改良的挖掘土壤回填到土壤排放溝②裏，剩下的土壤搬出場外。



照片 2-10 回填土壤改良材混合土



照片 2-11 完成土壤改良

2.2.2 挖溝改良（放射狀）

離樹幹底部 50cm，幅寬 40cm，溝長 1.5m，深度 60cm，8 個放射狀進行改良（照片 2-2）。
土壤底部土壤堅硬而挖不到 60cm 處，擴大幅寬，土壤改良體積和原計劃相同。

<實施工程>

① 確定位置

按計劃圖標出土壤改良位置，除去改良區的草皮（照片 2-12，13）。

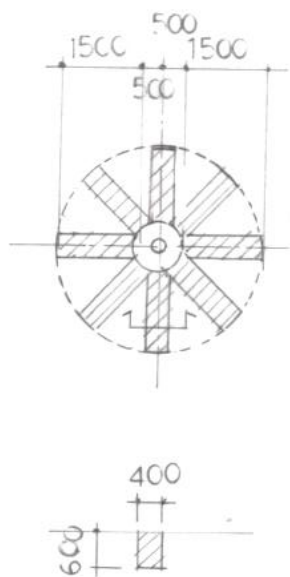


圖 2-2 放射狀改良方法實施圖



照片 2-12 確定放射狀改良的位置



照片 2-13 去處放射狀改良部的草皮

② 挖掘土壤排放溝

在土壤改良外圍邊，用怪手挖掘了 1.0m×0.6m×0.6m 左右的土壤排放溝（照片 2-14）。

③ 用空氣挖掘機挖掘

用空氣挖掘機，在標出的位置挖掘深 60cm，小心謹慎挖掘以免切斷樹木根系，並把土壤吹放到②的土壤排放溝（照片 2-15，16）。



照片 2-14 挖掘土壤排放溝



照片 2-15 用空氣挖掘機挖掘

④ 排放堆積在土壤排放溝的土

排放溝積滿的土壤，用怪手臨時堆放到排放溝外側。此時，挖掘土壤裏的瓦礫等挑出來，以便回填時不要混到回填土壤內。

⑤ 挖掘出的土壤混合土壤改良材

臨時堆放的挖掘土壤④取 70%，加進去黑曜石發泡粒（TC）15%和泥炭土 15%的土壤改良材（照片 2-17）用怪手和人工混合。考慮到土壤改良材的減容率，黑曜石按 1.1 倍，泥炭土按 1.25 倍增加了使用量。為了使材料混合均勻，混合作業反復了好幾次。



照片 2-16 用空氣挖掘機



照片 2-17 土壤混合土壤改良材

⑥ 回填土壤改良材混合土

把⑤的土壤改良材混合土，用怪手和人工回填到用空氣挖掘機挖掘的溝槽裏（照片 2-18）。

此土壤已被疏鬆所以回填之後會下沉，因此回填時輕輕進行踩壓且回填高度比平面高出 10-15cm 高（照片 2-19）。

⑦ 殘土處理

沒有改良的挖掘土壤回填到土壤排放溝②裏，剩下的土壤搬出場外。



照片 2-18 回填土壤改良材混合土



照片 2-19 完成土壤改良

2.2.3 挖溝改良（連續溝：Trench）

在種植密度較稀疏的同樹種（阿勃勒）區域，且有其他土壤改良試驗樹木的綠地進行了連續溝改良試驗。本試驗是結合其他的改良方法進行的。連續溝改良結合的是，把①部分改良（點穴）+壓入式（土壤灌注）、②挖溝改良（放射狀）+壓入式（土壤灌注）、③對象區（沒有土壤改良）的周圍，以「コ字」型連續溝環繞設置（幅寬 60cm）。在溝槽交叉點設置了滲透井（120 cm×120 cm）。（圖 2-3）

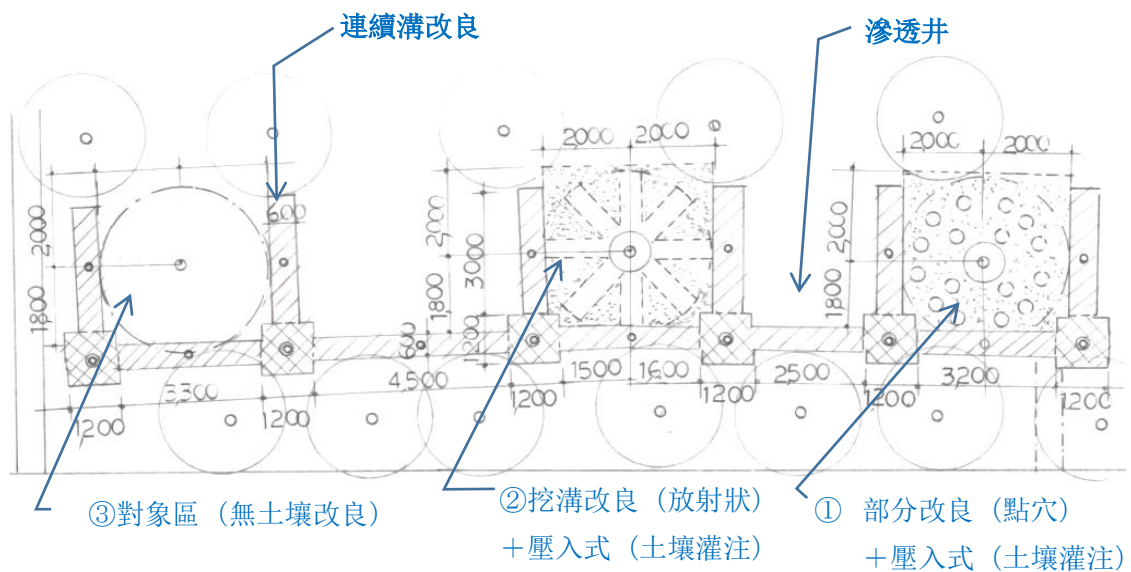


圖 2-3 挖溝改良試驗位置圖

＜實施工程＞

① 確定位置

按計劃圖標出土壤改良位置，除去改良區的草皮。(照片 2-20)。

② 用怪手挖掘

用怪手在確定位置內，以幅寬 60cm・深度 80 cm挖掘，挖出土壤放在太空包或臨時堆放在周圍邊（照片 2-21）。



照片 2-20 確定位置

照片 2-21 用怪手挖掘

③ 漏出的根系從新剪平

怪手挖掘時漏出的根系，因重機挖掘撕碎容易腐朽，所以用鋸和剪刀剪平。這種剪平作業也會促使樹木發根效率。還有，2cm 以上的根系切口塗抹了殺菌劑樹木切口膏。



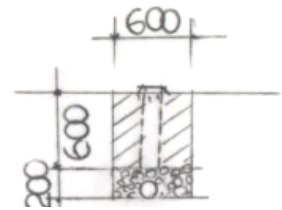
照片 2-22 切斷的根系



照片 2-23 根系切口塗抹殺菌劑

④ 設置暗渠鋪設管和排水層

下層 20 cm 作為排水功能鋪設了黑曜石發泡粒 (TC)，在中心底部設置了有孔管 ($\phi 10$ cm) (圖 2-4、照片 2-24)。然後，各連續溝交叉點中心和暗渠管中心位置設置了充填黑曜石發泡粒的直徑 15cm，長 60cm 的酸素管 (D0 管)，(圖 2-4)。由此形成了黑曜石發泡粒的連接通道，從地上部促使空氣流通。



還有，在 NO.10 的阿勃勒區埋有公園的排水設施水泥管 ($\phi 120$ cm)，所以排水層在水泥管下 20cm 處挖掘，充填黑曜石發泡粒，以便往滲透井排水。(照片 2-25)。



照片 2-24 排水層鋪設和設立酸素管



照片 2-25 水泥管下鋪設排水層

⑤ 往土壤裏混合土壤改良材

試驗區施工時連續降雨，溝槽改良區施工時臨時堆放的土壤③已成塊狀。因此，選擇不太影響樹木的鄰接地，挖掘了深 100cm 的坑 (照片 2-26) 採集現場土壤用做土壤改良用土壤 (最初塊狀土的一部分用在了土壤改良用土)。現場挖掘土壤 70%，加進去黑曜石發泡粒

(TC) 15%和泥炭土 15%的土壤改良材用怪手和人工混合 (照片 2-27)。

考慮到土壤改良材的減容率，黑曜石按 1.1 倍，泥炭土按 1.25 倍增加了使用量。為了使材料混合均勻，混合作業反復了好幾次。



照片 2-26 鄰接的現場土壤使用于改良用土壤



照片 2-27 土壤改良材的混合

⑥ 混合土壤改良材的回填

把⑤的土壤改良材混合土，用怪手和人工回填到黑曜石排水層上面 (照片 2-28)。此土壤已被疏鬆所以回填之後會下沉，因此回填時輕輕進行踩壓且回填高度比平面高出 10-15cm 高 (照片 2-29)。



照片 2-28 回填土壤改良材混合土



照片 2-29 完成土壤改良

⑦ 殘土處理

沒有改良的土壤回填到鄰接的⑤坑內，剩餘的土裝在太空包搬出場外。

2.2.4 設置浸透井

一般的連續溝改良 (連續溝: Trench) 應併設集水井。這一次的集水井設在試驗區內，所以收集的水與外部公用排水溝連接比較困難。因此這裡的集水井與通常的集水井不同，設計為集水井自身就有排水功能構造的滲透井，以 120cmx120cm 大小設置在連續溝改良的連接處。這次各種土壤改良深度為 60cm，所以集水井挖掘深度 120cm，底部 60cm 鋪設了黑曜石發泡粒。在底部積留的水通過黑曜石發泡粒的溶存氧氣效果延長腐爛速度。腐爛

之前滲透到土壤裏的話，會避免植物根系的腐爛。

<實施工程>

① 確定位置

按計劃圖標出土壤改良位置，除去改良區的草皮。(照片 2-30)。

② 用怪手挖掘

用怪手在確定位置內挖掘幅寬 120cm 四方・深度 120 cm，挖出來的土裝在太空包或臨時堆放在周邊 (照片 2-31)。



照片 2-30 確定位置



照片 2-31 用怪手挖掘

③ 漏出的根系從新剪平

怪手挖掘時漏出的根系，因重機挖掘撕碎容易腐朽，所以用鋸和剪刀剪平。這種剪平作業也會促使樹木發根效率。還有，2cm 以上的根系切口塗抹了殺菌劑樹木切口膏。(照片 2-32, 33)



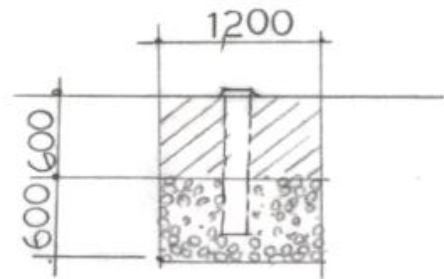
照片 2-32 剪平漏出的根系



照片 2-33 塗抹殺菌劑

④ 滲透層的鋪設

下層 60 cm 作為滲透功能鋪設了黑曜石發泡粒 (TC)，在中心位置設置了充填黑曜石發泡粒的直徑 15cm，長 100cm 的酸素管 (D0 管)，(圖 2-5)。由此可延長聚集的水腐爛的速度更形成黑曜石發泡粒的連接通道，從地上部促使空氣流通 (照片 2-34)。



照片 2-34 滲透井設置和酸素管

⑤ 挖掘土壤裏混合土壤改良材

臨時堆放的挖掘土壤取 70%，加進去黑曜石發泡粒（TC）15%和泥炭土 15%的土壤改良材）用怪手和人工混合（照片 2-36）。考慮到土壤改良材的減容率，黑曜石按 1.1 倍，泥炭土按 1.25 倍增加了使用量。為了使材料混合均勻，混合作業反復了好幾次。（照片 2-35，36）



照片 2-35 鄰接的現場土壤使用于改良用土壤



照片 2-36 混合土壤改良材

⑥ 混合土壤改良材的回填

把⑤的土壤改良材混合土，用怪手和人工回填到黑曜石發泡粒滲透層上面（照片 2-37）。土壤改良效果與挖溝改良（連續溝 Trench）的效果相同。此土壤已被疏鬆所以回填之後會下沉，因此回填時輕輕進行踩壓且回填高度比平面高出 10-15cm 高（照片 2-38）。



照片 2-37 回填土壤改良材混合土

照片 2-38 完成土壤改良

⑦ 殘土處理

沒有改良的土壤回填到鄰接的坑⑤，剩餘的土搬出場外。

2.2.5 部分改良（點穴）

部分改良（點穴）大部分應用于樹木之間鄰接較密等在狹窄環境中成長的樹勢恢復。本試驗區的樹木周圍，用鏟子或空氣挖掘機等挖掘直徑 40cm，深度 60cm，在離樹幹半徑 0.5m-2.0m 範圍內 16 個洞，進行土壤改良（圖 2-6）。土壤下部若土壤堅硬，挖不到深度 60cm 時，擴大幅寬，土壤改良體積與原計劃相同。

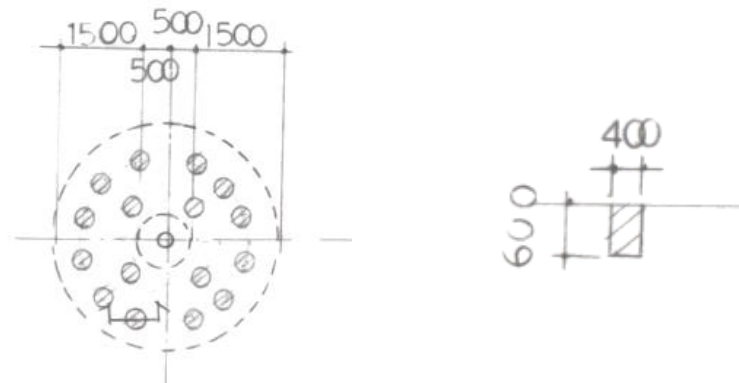


圖 2-6 部分改良（點穴）

① 確定位置

按計劃圖在調查樹木周圍，畫出土壤改良位置（照片 2-39，40）。



照片 2-39 確定點穴位置



照片 2-40 用空氣挖掘機開始挖掘

② 用空氣挖掘機和人工挖掘

用空氣挖掘機在確定位置內挖掘深 60cm，小心謹慎挖掘點穴坑以免切斷樹根（照片 2-41）。另外，用空氣挖掘機排土需較長時間，所以同時用了吸塵器（照片 2-42）。



照片 2-41 用空氣挖掘機挖掘



照片 2-42 用吸塵器搬出土壤

③ 往土壤裏混合土壤改良材

臨時堆放的挖掘土壤④取 70%，加進去黑曜石發泡 (TC) 15%和泥炭土 15%的土壤改良材用怪手和人工混 (照片 2-43)。考慮到土壤改良材的減容率，黑曜石 1.1 倍，泥炭土按 1.25 倍增加了使用量。為了使材料混合均勻，混合作業反復了好幾次。



粒
合
按
混

照

氣

片 2-43 土壤裏混合土壤改良材

④ 回填土壤改良材混合土

把③的土壤改良材混合土，用怪手和人工回填到用空氣挖掘機挖掘的溝槽裏 (照片 2-44)。此土壤已被疏鬆所以回填之後會下沉，因此回填時輕輕進行踩壓且回填高度比平面高出 10-15cm 高 (照片 2-45)



照片 2-44 點穴坑回填土壤改良材混合土



照片 2-45 完成土壤改良

④ 殘土處理

沒有改良的土壤裝在太空包搬出場外。

2.2.6 壓入式・土壤灌注



壓入式土壤灌注是用動力噴霧器和灌注器往用壓力向土中灌水。在本試驗區，用動力噴霧器（規格：6HP 作業壓力 20-50kg/平方 cm 左右），在土深 30cm 處（圖 2-7），以 9 處/m²灌注數種稀釋活力劑。由此，活力劑滲透到土壤的同時表土出現長長的裂痕來改善土壤的通氣性和排水性。

<實施工程>

① 確定位置

爲了保護樹木根部，不在樹幹底部為中心半徑 50cm 內而在外側 1.5m 處確定了改良範圍（1 棵相當於 12 m²）。把調查樹木周圍分成四個等分，畫了兩個圓確定土壤改良位置，作為土壤灌注作業的參考標準（照片 2-46）

② 水桶和動力噴霧器的準備

準備了裝 200L 的水桶和 6HP 的動力噴霧器（照片 2-47）。



照片 2-46 確定位置



照片 2-47 水桶和動力噴霧器的準備

③ 液肥的準備

1 棵樹木改良面積相當於 12 m²，灌數 9 處/m²，一共 108 處。還有，稀釋液體約 2 l/m²為標準，1 棵樹木（12 m²）灌注 24l。對象樹木有 5 棵，一共灌注了 120l，但考慮到損耗準備了 200l。作為液肥，將腐殖酸肥「モフミン」（1000 倍稀釋）200cc，氨基酸肥「花果神」（10g）1 袋，鐵份肥「鉄あくあ」20cc 融化到 200l 的水裏，均勻攪拌（照片 2-48）。



照片 2-48 往水裏融化液肥之後攪拌

④ 灌注作業

準備灌注器（照片 2-49），連接到動力噴霧器進行作業。灌注間隔以 30 cm，用腳把踏板踩到地面，用把手把溶液灌注到土壤裏（照片 2-50）。從旁邊已作業完成的孔裏，開始湧出液體的話，停止灌注。



照片 2-49 灌注器



照片 2-50 灌注溶液

2.2.7 追加試驗項目

鄰接溜冰場的調查區中，相鄰挖溝改良區（NO. 10, NO. 11, NO. 12）的鄰接木，預計會有改良效果，所以把預估改善木 3 棵和（NO. 24, NO. 25, NO. 26），對象木 4 棵（NO. 21、NO. 22、NO. 23、NO. 27）追加為試驗對象樹木（圖 2-8）。

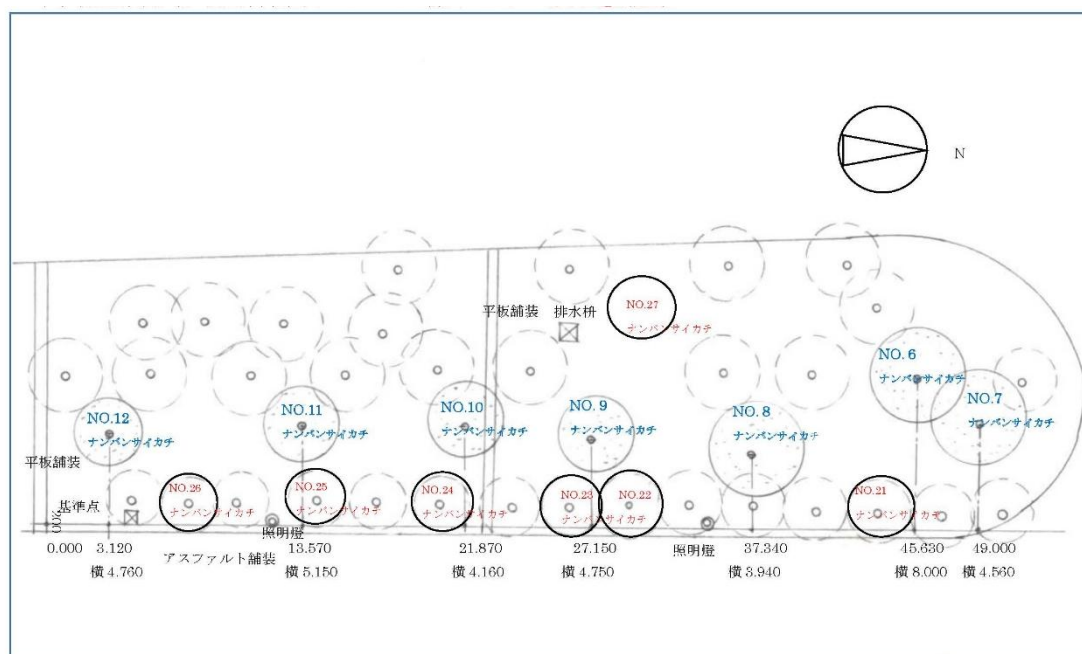


圖 2-8 追加試驗對象樹木位置圖（NO.21 ～NO.27）

2.3 改良試驗時間的測定

2.3.1 每棵樹木的改良方法和作業時間

每棵樹木的試驗作業人數（A）和所需時間（B）相乘，算出了合計時間（C）。還有，一天的勞動時間按 8 小時，把合計時間除以 8 算出了施工工時（D）（表 2-2）。

表 2-2 每棵試驗樹木的土壤改良方法和作業時間

號碼	樹種名	衰退度	對象區	連續溝	浸透穴	灌注式	點穴式	放射狀	扇形面	人 数 (A) 人	總實施 時 間 (B)	合計 實施 時間 (C)	施工工 時 (D) 人	備註
1	阿勃勒	Ⅱ	●							0	0	0	0	
2	阿勃勒	Ⅱ				●				1	0.25	0.25	0.03	
3	阿勃勒	Ⅲ					●			3	10.00	30.00	3.75	
4	阿勃勒	Ⅲ						●		3	8.50	25.50	3.19	
5	阿勃勒	Ⅱ							●	3	4.17	12.51	1.56	
6	阿勃勒	Ⅱ	●							0		0	0	
7	阿勃勒	Ⅱ							●	3	8.00	24.00	3.00	・深 60 cm埋設鋼管
8	阿勃勒	Ⅱ						●		4	6.00	24.00	3.00	
9	阿勃勒	Ⅱ					●			4	6.33	25.32	3.17	
1 0	阿勃勒	Ⅱ		●	●	●	●			7	未測定			・有埋設排管（φ 60 cm）
1 1	阿勃勒	Ⅱ		●	●	●		●			未測定			・降雨積水的排水
1 2	阿勃勒	Ⅱ		●	●						未測定			・利用鄰接地的現場土壤
1 3	榕樹	Ⅱ				●				1	0.25	0.25	0.03	・利用鄰接地的現場土壤
1 4	榕樹	Ⅲ						●		4	6.00	24.00	3.00	・同上
1 5	榕樹	Ⅲ							●	2	6.84	測定 error		・同上 ・埋設鋼板
1 6	榕樹	Ⅲ					●			4	11.25	44.96	5.62	・因為土壤堅硬 變成φ 58 cm×深 30 cm ・利用鄰接地的現場土壤
1 7	榕樹	Ⅲ	●							0		0	0	
1 8	茄苳	Ⅱ				●				1	0.30	0.30	0.04	
1 9	樟樹	Ⅱ					●			3	未測定			・因漏水不能挖掘 變成φ 58 cm×30 cm
2 0	臺灣樂樹	Ⅳ						●		3	5.33	15.99	2.00	・埋設排管（φ 60 cm） 變更形狀 3 处 100×60×100 cm
	試驗區合計	-	3	3	3	5	5	5	3					

2.3.2 各試驗區的土壤改良方法和施工工時

為了研究土壤改良方式的施工工時，分每個調查區製作了施工工時標準表格。(表 2-3)。

表 2-3 各試驗區的土壤改良方法和施工工時

施工日	號碼	對照區	連續溝	浸透井	灌注式	點穴式	放射狀	扇形面	備 註
1 月		人	人	人	人	人	人	人	
	1	0							
15	2				0.03				
14-15	3					3.75			・ 有 80 cm×80 cm 的雨水井
14-15	4						3.19		
14	5							1.56	
	6								
18	7							3.00	・ 深 60 cm 埋設鋼管
18-19	8						3.00		
20	9					3.17			
20	1 0		未測定	未測定	未測定	未測定			・ 有埋設排管 (φ 60 cm) ・ 降雨積水的排水 ・ 利用鄰接地的現場土壤
19	1 1		未測定	未測定	未測定		未測定		
18-20	1 2		未測定	未測定					
18	1 3				0.03				・ 利用鄰接地的現場土壤
21	1 4						3.00		・ 利用鄰接地的現場土壤
22	1 5							未測定	
21-22	1 6					5.62			・ 因為土壤堅硬 變成 φ 58 cm×深 30 cm ・ 利用鄰接地的現場土壤
	1 7	0							
18	1 8				0.04				
25	1 9					未測定			・ 因漏水不能挖掘 變成 φ 58 cm×30 cm
25	2 0						2.00		・ 埋設排管 (φ 60 cm) 變更了一部分，3 处的形狀變 更為 100×60×100 cm
最多					0.04	5.62	3.19	3.00	
最小					0.03	3.17	3.00	1.56	
平均					0.03	4.18	2.80	2.28	

2.3.3 影響施工工時的原因

(1) 植栽基盤土壤特別堅硬的壁裝埴壤土・埴土

深 30~40 cm 以下處特別堅硬的壁裝埴壤土和埴土很多。這些調查區要比挖掘柔軟的砂土・砂壤土・壤土增加作業時間。特別是點穴式改良方法中，用空氣挖掘機吹飛土壤時耗費好時間，所以並用了人力挖掘和吸塵器的吸塵功能。

対象樹木 阿勃勒No.3. No.9. No.10. 榕樹No.16. 樟樹No.19



照片 2-51 固結基盤



照片 2-52 固結基盤



照片 2-53 用人力和吸塵器排除

(2) 建築廢棄物帶來的巨大石礫・礫石・垃圾

這種狀態無法用空氣挖掘機挖掘，挖掘費了很大的勞力。

対象樹木 榕樹No.14 No.15 No.16



照片 2-54 巨大石礫



照片 2-55 巨大石礫和礫石

(3) 降雨帶來的土壤壁狀化和積水

每年臺北 1 月份的降雨量是 80.8mm (1981-2010 平均)，但是今年的降雨量是 256.0mm 比往年多很多，施工期的 1 月 14 日開始到 22 日是少雨或連續降雨 (表 2-4)。因此，挖出的現場土壤成壁狀混合土壤改良材非常困難，所以，在鄰接地挖出現場植栽地的土代替了改良用現場土壤。這些地區的施工工時比較多。還有，因挖掘地有積水，用水泵抽水也費了時間。

表 2-4 施工中的 降雨量

施工日	14	15	16	17	18	19	20	21	22
降雨量	-	2.5	T	33.5	0.2	9.5	6.0	14.7	33.0
施工日	23	24	25						
降雨量	36.5	6.0	-						

註：1) 更新時間為每日 14:00。 2) "-" 表示雨量為 0。

3) "T" 表示雨跡，降水量小於 0.1mm。 4) "X" 表無記錄值或儀器故障。

交通部中央氣象局調查

<對象樹木>

替代用現場土壤和積水：阿勃勒No.10, No.11, No.12、榕樹No.14, No.15, No.16

積水：臺灣樂樹No.20、樟樹No.19



照片 2-56 代替的現場土壤



照片 2-57 現場土壤



照片 2-58 用水泵排除積水

(4) 埋設配管

公園內埋設有混凝土管（徑 60 cm）和鋼管地區，需要小心作業以免破壞設施，為了確保改良範圍和排水層，挖掘了鋼管下層，所以增加了施工時間。

<對象樹木> 阿勃勒No.10，臺灣樂樹No.20



照片 2-59 混凝土管No.10.



照片 2-60 深挖的排水層



照片 2-61 混凝土管No.20

3. 試驗地點和試驗對象木

3.1 試験対象木の位置

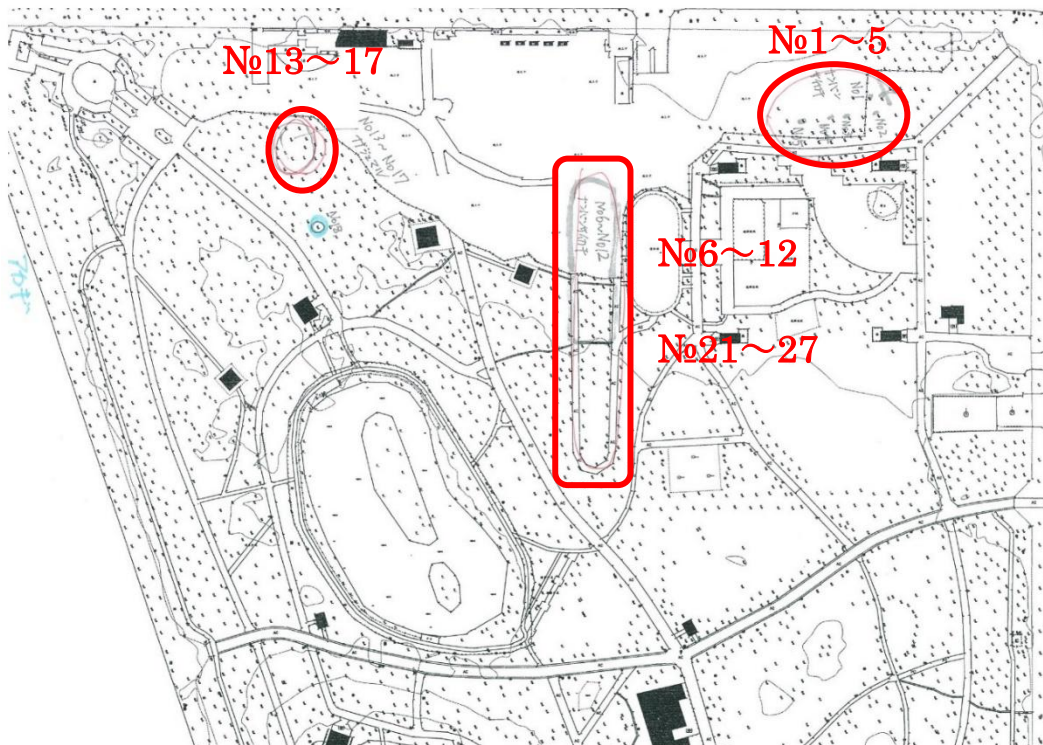


図 3-1 NO. 6~12、NO. 13~17、NO. 21. ~27 試験対象樹木位置圖

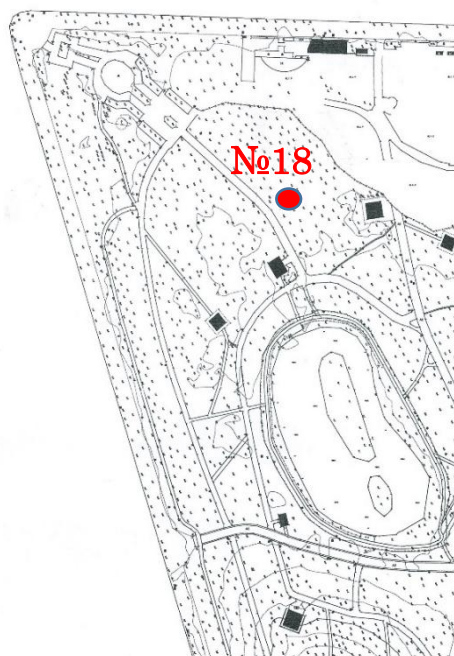


圖 3-2 NO. 18 試験対象樹木位置圖

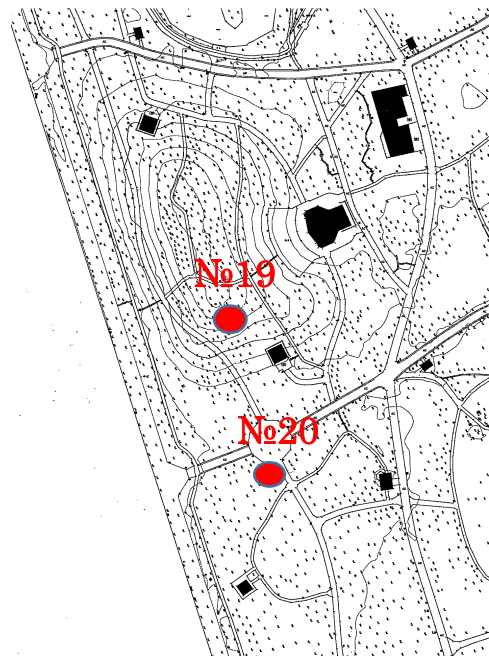


圖 3-3 NO. 19. ~20 試験対象樹木位置圖

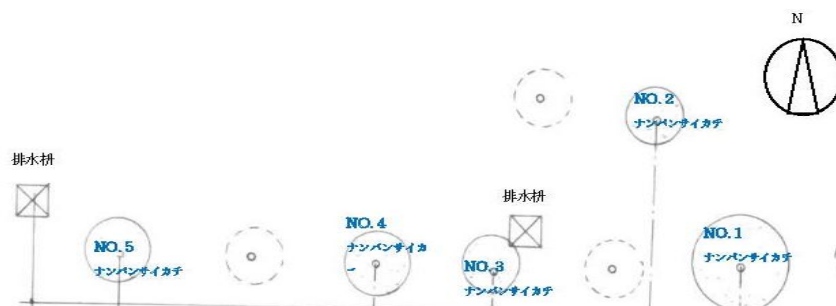


圖 3-4 NO.1～5 試驗對象樹木位置圖

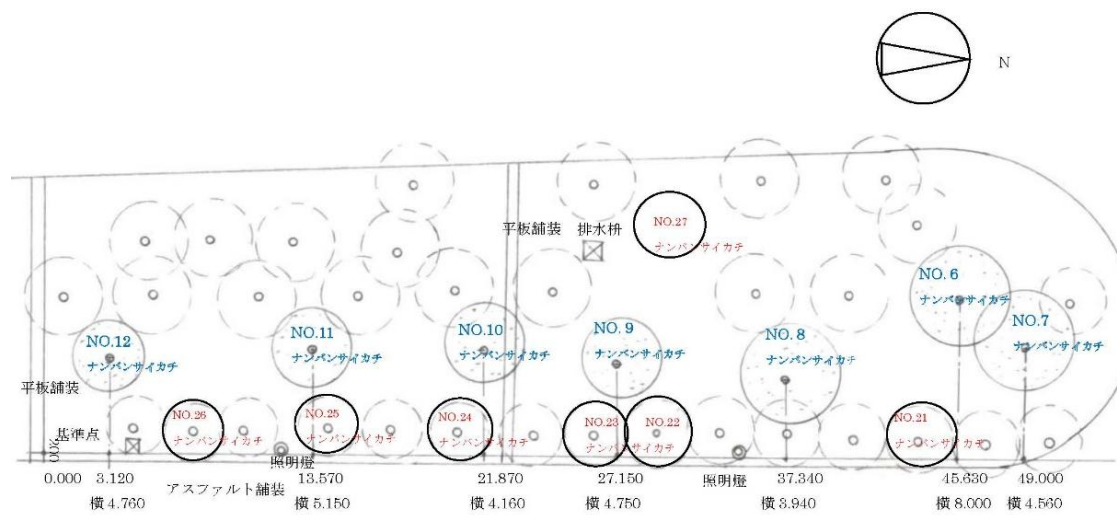


圖 3-5 NO.6～12, NO.21～27 試驗對象樹木位置圖

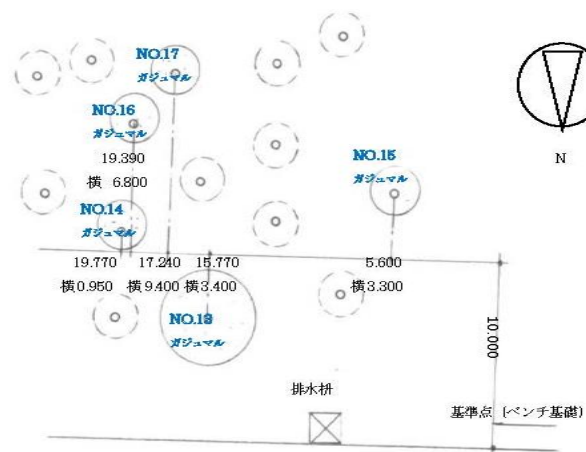


圖 3-6 NO.13～17 試驗對象樹木位置圖

3.2 試驗對象樹木調査結果

3.2.1 樹種，樹木形狀尺寸

表 3-1 試驗對象樹木的樹種和形狀

調查區	號碼		樹種名	樹高 (m)	樹冠 (m)	幹周 (cm)		備 註
	白色 標籤	黃色 帶子		最高	最寬	100 cm	120 cm	
2 號出口 鄰接區	1		阿勃勒	6.0	3.5	40.1	38.9	
	2		阿勃勒	7.0	5.0	51.1	49.4	
	3		阿勃勒	4.5	3.5	60.5	56.7	
	4		阿勃勒	6.0	4.0	50.2	47.8	
	5		阿勃勒	10.0	5.0	53.4	51.8	
溜冰場 鄰接區	6		阿勃勒	7.0	4.5	47.4	48.0	
	7		阿勃勒	7.0	6.2	46.4	41.9	100cm 處有樹枝切斷痕
	8		阿勃勒	7.5	6.0	47.4	45.8	
	9		阿勃勒	10.0	6.0	54.9	50.3	
	10		阿勃勒	7.0	5.0	40.0	38.2	地下有排水管理設
	11		阿勃勒	6.0	3.5	36.1	34.7	
	12		阿勃勒	7.5	4.0	38.1	38.1	
1 號出口 鄰接區	13		榕樹	4.5	4.5	46.4	44.7	沒有氣根
	14		榕樹	5.0	2.3	40.0	38.2	有氣根
	15		榕樹	4.5	4.0	43.5	42.9	有氣根
	16		榕樹	5.0	4.0	40.7	41.8	有氣根
	17		榕樹	4.5	2.4	51.0	47.6	沒有氣根
樹林區	18		茄苳	7.0	8.0	76.0	74.8	
丘陵區	19		樟樹	5.5	5.0	52.4	53.7	120cm 處鼓出來
十字路區	20		臺灣欒樹	5.5	4.5	72.6	71.6	倒木造成樹勢不良
溜冰場 鄰接區	21	759	阿勃勒	9.0	4.0	57.9	53.4	
	22	763	阿勃勒	6.0	3.5	40.0	37.7	
	23	764	阿勃勒	7.5	3.5	47.3	48.0	
	24	無	阿勃勒	8.0	4.0	45.5	44.5	
	25	772	阿勃勒	9.0	5.0	54.5	52.1	
	26	774	阿勃勒	6.0	3.0	39.4	36.4	
	27	752	阿勃勒	7.0	6.5	45.0	43.9	

3.2.2 樹勢衰退度結果

從上一次調查(4月16~17日)過了8個月,再一次進行衰退度調查發現此間受到強風和倒木的影響,衰退度評價多少有了變化。衰退度有所改善的項目用藍字表示,衰退度惡化的用紅字表示。特別是20號的臺灣樂樹衰退很顯著,成為了不良的IV評價。

表 3-2 樹勢衰退度調查結果表

樹種名	樹勢	樹形	樹枝伸長量	樹冠頂端枯死等的災害	樹枝端部枯死等的災害	枝葉的密度	葉子的大小	修剪後的捲皮	樹皮的狀態	材質腐朽	各項目的合計評價	評價項目數
阿勃勒	1.0	1.5	1.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	13.0	10
阿勃勒	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	15.5	10
阿勃勒	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	3.0	3.0	2.0	22.0	10
阿勃勒	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	18.0	10
阿勃勒	1.5	1.5	1.5	0.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	15.0	10
阿勃勒	1.5	1.0	1.0	0.0	0.0	1.5	2.0	1.0	1.0	1.0	10.0	10
阿勃勒	1.5	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	2.0	2.0	1.5	1.0	11.0	10
阿勃勒	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.0	10
阿勃勒	2.0	1.5	1.0	0.0	1.5	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	13.0	10
阿勃勒	1.5	1.5	2.0	0.0	1.5	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	13.5	10
阿勃勒	2.0	1.5	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	15.5	10
阿勃勒	1.5	1.5	1.5	0.0	0.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	11.5	10
榕樹	2.0	2.0	3.0	1.0	0.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	17.0	10
榕樹	2.0	2.0	3.0	1.0	1.5	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	18.5	10
榕樹	2.5	2.0	3.0	1.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	18.5	10
榕樹	2.0	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	1.0	17.0	10
榕樹	2.0	2.0	3.0	1.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	18.0	10
茄冬	1.5	1.5	2.0	0.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	13.0	10
樟樹	1.5	1.5	2.0	0.0	1.0	1.5	2.0	2.0	1.0	1.0	13.5	10
臺灣樂樹	3.0	2.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	3.0	2.0	29.0	10
阿勃勒	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	9.0	10
阿勃勒	2.0	1.5	1.5	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	17.0	10
阿勃勒	1.5	1.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	13.5	10
阿勃勒	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	12.5	10
阿勃勒	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	9.5	10
阿勃勒	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	2.0	1.5	2.0	1.0	1.0	16.5	10
阿勃勒	1.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	11.0	10
區分衰退	I	II	III	IV	V							
	良	少良好	不良	顯著不良	枯死之前							
	0.0~0.8米清	0.8~1.6米清	1.6~2.4米清	2.4~3.2米清	3.2~4.0							

3.2.3 土壤改良試驗 每一樹木的改良方法〈實施結果〉

確認目前的狀況之後,變更了一部分的土壤改良方法(用藍字表示)。為了確認連續溝的改良效果追加了 No. 21-27。No. 17 接 No. 16, 所以和 No. 13 替換, 把 No. 17 變成對照區。從這次的調查結果看, No. 2 阿勃勒的評價從III到II, No. 20 臺灣樂樹的評價從III到IV, 和預備調查時的評價有所變化(表 3-3)。

表 3-3 每棵樹木的土壤改良方法一覽

號碼	樹種名	衰退度	對照區	連續溝	浸透井	灌注式	點穴式	放射狀	扇形面
1	阿勃勒	II	●						
2	阿勃勒	II				●			
3	阿勃勒	III					●		
4	阿勃勒	III						●	

5	阿勃勒	II							●
6	阿勃勒	II	●						
7	阿勃勒	II							●
8	阿勃勒	II						●	
9	阿勃勒	II					●		
10	阿勃勒	II		●	●	●	●		
11	阿勃勒	II		●	●	●		●	
12	阿勃勒	II		●	●				
13	榕樹	II				●			
14	榕樹	III						●	
15	榕樹	III							●
16	榕樹	III					●		
17	榕樹	III	●						
18	茄苳	II				●			
19	樟樹	II					●		
20	臺灣欒樹	IV						●	
21	阿勃勒	II	●						
22	阿勃勒	III	●						
23	阿勃勒	II	●						
24	阿勃勒	II		●					
25	阿勃勒	II		●					
26	阿勃勒	III		●					
27	阿勃勒	II	●						
	試驗區合計	—	7	6	3	5	5	5	3

4. 試坑剖面調查結果

4.1 試坑剖面調查方法

4.1.1 試坑剖面挖掘

了解植栽基盤的特性，最基本的調查是土壤剖面（soil profile）調查。剖面的大小根據目的和調查對象（樹木）不同，但這次是對在試驗區的挖掘工程中用怪手挖掘的坑，進行了試坑剖面調查。能確保試坑剖面調查的坑，主要在於扇型改良區和連續溝改良區。在扇形改良區，是空氣挖掘機作業時用到的事先用怪手挖掘的坑（照片 4-1）。

確認剖面時，用鏟子小心削平土壤剖面進行調查。剖面調查的記錄根據日本土壤調查學會編（2000）土壤調查手冊改訂版進行的。判定項目是對人工回填基盤中，認為有必要

判定的項目進行判定。

4.1.2 調查內容和判定標準

試坑剖面調查實施的內容有①層位（層位區分），②土色，③腐植（有機物含量），④土性，⑤土壤硬度（山中式硬度計），⑥土壤構造，⑦石礫含量，⑧堅密度，⑨濕潤等 9 個項目。

判定參考了，日本土壤調查學會編（2000）：土壤調查手冊改訂版，（株）博友社。調查方法和判定標準請參考 2014 年 5 月實施的[大安森林公園樹木根系和植栽基磐調查]



照片 4-1 試坑剖面位置

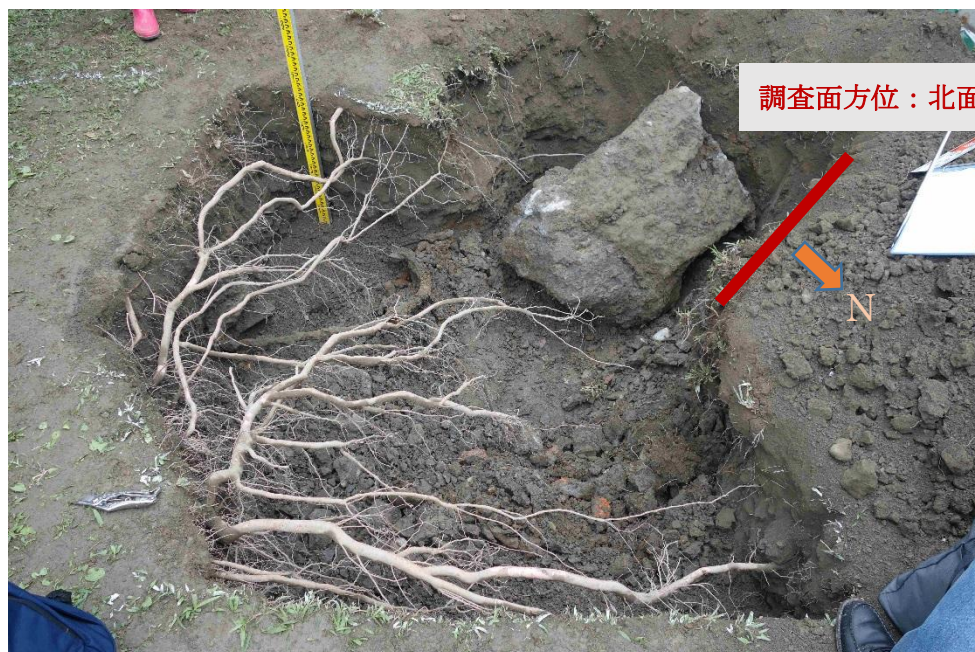
No.5 扇形改良 阿勃勒區

4.2 試坑剖面調查結果

4.2.1 No. 5 地點，扇形改良的試坑剖面調查結果

表 4-1 No.5 阿勃勒 試坑剖面

調查地點 No. 5		調查日	2016年1月14日		樹種	阿勃勒	天氣	雨		調查者		笠松	
		層位	土色	腐植	土性	硬度 mm	構造	礫石	堅硬 度硬密	水濕	備註		
	25	I	5Y 4/4 (深橄欖色)	含	SL	預想值 (18)	壁狀	小礫・有	堅硬	半干			
	70	II	5Y 4/4 (深橄欖色)	含	L	預想值 (22)	壁狀	小礫・有	堅硬	半濕			
	90	III	7.5Y 4/2 (灰橄欖色)	有	SiL	預想值 (26)	壁狀	小礫・含	固結	半濕			



照片 4-2 No.5 阿勃勒的根系

挖掘的坑裏石礫雖然少，但有巨大石礫（建築廢棄物）。阿勃勒的根系分佈在 20cm 深處的層位 I 和 II 的交接處周邊（照片 4-1、4-2）。根系分佈在含有一點砂子成分的較柔軟的 I 層（表層附近）。

4.2.2 No.7 地點，扇形改良的試坑剖面調查結果

表 4-2 No.7 阿勃勒試坑剖面

調查地點No. 7	調查日	2016年1月15日	樹種	阿勃勒	天氣	雨	調查者			成本/笠松		
			層位	土色	腐植	土性	硬度 mm	構造	礫石	堅硬 硬密	水濕	備註
		20	I	10YR 5/8(黃褐色)	含	L	18,17,19 (18)	壁狀	無	堅硬	半濕	
		43	II	2.5Y 4/6(褐色)	有	SL	21,21,21 (21)	壁狀	無	堅硬	半濕	
		57	III	2.5Y 4/3 (橄欖灰色)	有	CL	21,23,25 (23)	壁狀	無	特別 堅硬	半濕	
		84	IV	10BG 6/1 (青灰)	有	CL	28,25,26 (26)	壁狀	小礫 ・有	固結	半干	
		100	V	5B 4/1 (深青灰)	有	CL	28,24,21 (24)	壁狀	無	固結	半濕	



調查面方位：北東面

照片 4-3 No.7 阿勃勒的根系

與其它地方相比，離樹幹 2.0M 处根系量較多。深度 60cm 為止的 I，II，III 層的土壤硬度比較柔軟，所以根系分佈比較多。確認到有埋設管，可能是為了埋設管而挖掘了土壤使土壤蓬鬆了。

4.2. No.10 地點 點穴改良的試坑剖面調查結果

4-3 No.10 阿勃勒 試坑剖面

調查地點No. 10	調查日	2016年1月15日		樹種	阿勃勒	天氣	雨		調查者		笠松	
			層位	土色	腐植	土性	硬度 mm	構造	礫石	堅度 硬密	水濕	備註
	18	I	7.5YR 4/6 (褐色)	含	SL	16,23,15 (18)	壁狀	無	堅硬	半濕		
	32	II	7.5YR 4/3 (褐色)	含	SL	19,20,21 (20)	壁狀	小礫・有	堅硬	半濕		
	80	III	7.5Y 4/1 (灰色)	有	SL	22,28,26 (25)	壁狀	中礫・多	特別堅硬	半濕		



照片 4-4 No.10 點穴改良區 阿勃勒

試坑剖面調查是在相鄰No.10 阿勃勒的連續溝（Trench）的剖面實施的。I，II層的土色顯示出比較明亮的褐色，土壤硬度比較柔軟。在I，II層確認到根系分佈層。

在點穴坑裏確認的根系，大概也分佈在I，II層的30cm深左右。

4.2.4 No.11 地點 連續溝的（Trench）試坑剖面調查結果

表 4-4 No.11 阿勃勒 試坑剖面

調查地點No. 11	調查日	2016年1月18日		樹種	阿勃勒	天氣	陰時有轉晴(前一天大雨)		調查者		笠松	
			層位	土色	腐植	土性	硬度 mm	構造	礫石	堅硬 度密	水濕	備註
		7	I	10YR 4/4 (褐色)	含	SL	17,15,14 (15)	粒狀	無	軟	半濕	
		20	II	10YR 4/6 (褐色)	有	SL	19,24,23 (22)	壁狀	無	堅硬	半濕	
		60	III	2.5Y 4/3 (橄欖灰色)	有	L	26,24,25 (25)	壁狀	小礫・多	特別堅硬	半濕	
		90	IV	2.5Y 4/3 (褐色)	有	SiL	22,20,26 (23)	壁狀	小礫・含	特別堅硬	半濕	



照片 4-5 No.11 挖溝改良（放射狀）、連續溝槽（trench）阿勃勒

表層下 20cm 為止的 I，II 層是褐色並含有砂子成分。20cm 以下的土壤，黏質很強，形成了緻密的構造，土壤硬度也高。因此根系只分佈在 I II 層的 20cm 為止。

4.2.5 No.14 地點 挖溝改良（放射狀）的試坑剖面調查結果

表 4-5 No.14 榕樹 試坑剖面

調查地點No. 14	調查日	2016年1月21日	樹種	榕樹	天氣	雨	調查者			成本/伊東		
			層位	土色	腐植	土性	硬度 mm	構造	礫石	堅度 硬密	水濕	備註
		10	I	5YR 2/2 (黑褐色)	含	SiL	5,11,9 (8)	粒狀	無	少	半濕	
			II	2.5Y 5/4 (黃褐色)	有	SiL	16,13,13 (14)	壁狀	無	軟	半濕	
		29										
			III	2.5Y 4/4 (橄欖褐色)	有	CL	19,20,18 (19)	壁狀	中礫・ 特別多	軟	半濕	
		48										
			IV	10YR 7/8 (黃橙色)	有	SL	29,24,27 (27)	壁狀	無	固結	半干	
		80										



照片 4-6 No.14 挖溝改良（放射狀） 榕樹

深度 50cm 的Ⅲ層為止，土壤硬度比較柔軟，根系分佈在 20cm 的Ⅱ層為止。Ⅲ層土性為 CL 粘性很高。50cm 以下的Ⅳ層出現完全不同的黃褐色土壤。此層參雜大量的瓦礫，很硬切固結。

4.2.6 No.15 地點 扇形改良的試坑剖面調查結果

表 4-6 No.15 榕樹 試坑剖面

調查地點No. 15	調查日	2016年1月22日	樹種	榕樹	天氣	雨	調查者	成本/伊東				
			層位	土色	腐植	土性	硬度 mm	構造	礫石	堅度 硬密	水濕	備註
		13	I	10YR 2/2 (黑褐色)	有	CL	11,17,8 (12)	壁狀	有	軟	半濕	
			II	10YR 4/1 (褐灰色)	有	CL	17,14,18 (16)	壁狀	細礫 ／ 特別多	堅硬	半濕	
		35										
			III	10YR 4/4 (褐色)	有	SiL	30,29,31 (30)	壁狀	中礫・ 礫土	固結	半干	
	85											
			IV	5Y 3/2 (橄欖黑色)	有	SiL	因潮濕・ 積水不能 測定	壁狀	小礫・ 含	堅硬	多濕	
	100											



照片 4-7 No.15 扇形改良 榕樹

相鄰No.14 地點瓦礫很多。土性也近似No.14，但個土性分佈的層位和土色不同。這是因為人工回填，土壤構造被攪亂所形成的，相鄰的地方也出現不同狀況。No.15 地點的根系分佈只有在Ⅱ層的 35 cm深度為止。

5. 大安森林公園植栽基盤的狀況

5.1 關於試坑剖面 and 根系發達狀況

從 6 處的試坑剖面調查結果判明了以下幾點。

5.1.1 關於土壤層位和土色

土色從明亮的黃褐色到還原化的暗灰色等出現各種各樣的顏色，層位也多種多樣，從此可看出是因人工回填而攪亂的土壤層位。在 5B 和 10BG 的還原化土壤裏，沒有發現根系的伸長。

5.1.2 關於腐植含量

腐植判定結果是「有」和「含」。「有 (Low)」是腐植含量 2% 以下，含 (Medium) 是 2 ~ 5%。不管哪一個結果都表示腐植含量很低，「含」的判定也只有草坪根系發達的層位附近。

5.1.3 關於土性

確認到 SL (砂壤土)、L (壤土)、SiL (粉質壤土)、CL (埴壤土) 等 4 種土性。

顯示 4 種土性的土壤層位零亂，很顯然不是自然構造。

粘性最強的 CL，在 No. 7 阿勃勒區的中層到下層，也在 No. 15 的榕樹區的表層。這是人工回填時按搬運土的順序形成了不同層位。

5.1.4 關於土壤硬度和堅密度

緊密度根據手指插入土壤剖面深度來測定。這裡，對用計量器測定土壤硬度進行說明。

山中式土壤硬度計的判定標準用表 5-1 表示。20mm 以上的硬度，會阻礙有些樹木的根系發達，24mm 以上的硬度會阻礙大部分樹種的根系發達。這次調查中，在 24mm 以上的硬度層位沒有發現有根系。各個調查區的共同點是，顯示最適合的硬度最深入到 35cm 為止 (No. 15 地点)，30cm 以下所有剖面都顯示固結。樹木根系大部分分佈在表層的原因在於土壤固結。

土壤固結直接阻礙根系伸長，同時惡化土壤的通氣性和透水性等土壤的物理性，結果阻礙腐植的供給或造成土壤還原化等，化學性也受到影響。土壤固結是惡化土壤環境所有條件的原因，因此一定要注意。

還有，大安森林公園的土壤，是粘性成分和粉質成份很多的土性，若固結會造成通氣性和透水性顯著惡化，所以，防止固結和同時改善土壤的通氣性和透水性是很重要的課題。

表 5-1 土壤硬度的判斷標準

評價	硬度表現	根系可否侵入	長谷川式土壤貫入計 S 值 (cm/drop)	山中式土壤硬度計 (mm)
不良	硬	阻礙根系伸長	1.0 以下	24 以上
可	固結	有根系伸長受阻礙 的樹種	1.0~1.5	24~20
良	軟	不阻礙根系伸長	1.5~4.0	20~11
—	過於鬆軟	不阻礙根系伸長 (支撐力低, 乾燥)	4.0 以上	11 以下

5.1.5 關於土壤構造

土壤構造 (soil structure) 指的是, 砂子和粘土等粒子形成的集合體 (ped) 的發達程度和大小形狀。起因於反復的乾燥和濕潤, 植物和土壤動物等的作用形成土壤構造。

大安森林公園的構造大體是壁狀構造。壁狀構造是整個土壤緻密的凝聚在一起, 看不出一定規律的構造。在自然界, 濕潤的地下層隨處可見, 但在當地, 推測是由重機夯實造成緻密土壤所造成的。

5.1.6 有關石礫

含在土壤中的直徑 2mm 以上的礦物質粒子叫石礫 (rock fragment), 和土壤分開進行調查。

雖然說不含石礫好, 少含 5~10cm 左右的中礫或拳頭大的大礫。土壤內有時能確保空隙, 所以很難千篇一律地說石礫不好。礫石含有量超過 50% 的土壤, 稱為礫土不適合植栽基盤。認為很好的一般不到 20%。

No.7、10、11 的阿勃勒區有很少的小石礫, 幾乎沒有含石礫。在 No.5 地點的阿勃勒區, 試坑剖面中幾乎沒有出現石礫, 但挖掘處出現了近 1m 的巨石 (混凝土塊)。No.14、15 的榕樹區, 石礫非常多。不同地方, 石礫的含量也不同。

5.1.7 有關濕潤狀況

調查期間下了很多雨, 各個調查地點都感覺到濕氣。從土性判斷, 不應該發生保水性問題, 像 CL 的土壤, 容易發生過濕問題。

但是, No.7 地點的 60cm~85 cm IV 層範圍, 上下雖處於半濕狀態, 但只有 IV 層仍顯示乾燥。同樣, No.15 地點的 III 層, 仍顯示乾燥。在 No.14 地點的 50cm 以下的 IV 層處於乾燥狀態。這些都是固結層, 認為土壤固結阻礙了雨水的滲透。

5.2 調查中發現的基盤狀況

從挖掘試驗坑除了獲取試坑剖面調查的信息以外，也獲取了有關基盤的信息，具體如下。

5.2.1 埋設管的注意

No.7、10、11、的阿勃勒區，礫石含量並不是很多，但有埋設管，所以挖掘土壤比較困難。估計公園內到處都有水管，電線管等的管綫。通過基盤改良進行樹勢改良時應注意，以免破壞埋設管。施工之前，應通過圖面掌握埋設管的位置。



照片 5-1 No.10 區的埋設管



照片 5-2 No.7 區的埋設管

5.2.2 有很多瓦礫（建築廢棄物）

在No.14、15 榕樹區發現了很多埋設的建築廢棄物。在試坑剖面調查中，記載為礫石，但很多都是混凝土和磚頭，並不是天然礫石。據當地居民講，這個地區以前是道路，估計此地方以前有過建築物。

建築廢棄物埋設得比較淺，可能阻礙根系的伸長。這也影響土壤挖掘作業造成作業效率低的原因，從恢復樹勢的觀點出發，最好是盡可能去除礫石和廢棄物。



照片 5-3 No.15 榕樹區的建築廢棄物。埋設有很多建築廢棄物

還有，在No.15 的榕樹區，用於建築工地的圍籬鋼板也被埋在地表附近。不管是什麼用途，這樣的東西不應該埋設。被鋼板覆蓋的土壤，估計雨水滲透受到阻礙。



照片 5-4 No.15 榕樹區表層的圍籬鋼板

5.2.3 不同特性的土壤 隨意分佈

敘述土壤層位和土色及土性關係時已說過，修建公園時搬入了具有各種特性的土壤，更了解到其分佈狀況也很隨意。不同土壤特性的層位無秩序，形成不透水層和固結部，造成不好的狀況。

在No.5 的阿勃勒區，土壤Ⅰ層與Ⅱ層的邊界根系伸長受到阻礙一樣，會有根系侵入不同土壤特性的層位比較困難的情況。這種情況，如果土壤化學性沒有問題應採取耕耘上下層攪亂層位，使土壤蓬鬆，促進根系伸長的方法。



照片 5-5 No.14 區 表層的黑褐色下方出現了明亮的黃褐色土壤

5.3 關於大安森林公園植栽基盤的考察

通過這一次的試坑剖面調查，了解到上述土壤特點。2014 年 5 月實施的調查中，結合茄冬，臺灣欒樹，榕樹，樟樹的根系調查，進行了 5 個地點的試坑剖面調查。此時確認的土

性是 SL (砂壤土)、L (壤土)、SiL (淤泥質壤土)、CL (填壤土)，和這次確認的土壤性質完全一樣。

還有，所有地點的根系分佈都集中在表層，深處沒有根系伸入。所有地點的土壤都固結，土壤構造和礫石狀況也和這次調查類似。由此，可以說大安森林公園的的大部分植栽基盤構造基本相同。

通過這次和上次的調查，大安森林公園的植栽基盤改善的課題如下。

<植栽基盤改善的課題>

(1) 蓬鬆土壤

耕耘土壤，混合防止固結的土壤改良材。土壤的耕耘方法有用人力，怪手，空氣挖掘機等進行耕耘，蓬鬆土壤。還有，也可用水壓和壓縮空氣往土壤灌注的方法。施工方法的選擇介於這次的試驗結果，具體選擇。

(2) 改善通氣性・透水性

通過蓬鬆土壤可改善土壤的通氣性・透水性，但本公園土壤含有很多粉質和粘土，所以應該考慮土壤再一次緻密化的可能性。因此，適合採用持續永久效果的無機質改良材，即黑曜石發泡粒拌合進土壤的方法來改善通氣・透水性。

還有，混合土壤改良材也可以防止土壤再次固結。

(3) 腐植，養分的供給

公園土壤幾乎不含腐植。供給腐植不僅可以提高養分，也可以讓土壤內的小動物和微生物活性化，還可貢獻于植栽基盤的改善。

腐植資材的選擇需另外研究，但食品殘渣等含有鹽分的材料，含水高，有味，含活木等未發酵（未熟）等資材最好避免使用。由此，這次試驗用的是質量比較穩定的泥炭土。

(4) 排除礫石（建築廢棄物）

礫石的存在不能千篇一律地說不好，但植栽地裏含有很多建築垃圾和礫石的話，植栽基盤改良時應篩除這些東西，不可回填。另外，除了礫石和建築垃圾以外出現沒有用的廢棄物時也應該去除。

(5) 改善排水性

大安森林公園整體排水不良。臺北市內的土壤生成過程據說原本是存在河川的地形之理由，人爲的利用和整備等歷史背景的原因等，惡化排水的條件諸多。惡化排水的原因，在這裏暫且不談，但植栽基盤的整備上，確保排水是非常重要的課題。

大安森林公園內特別過濕的植栽地，需採取排水和填土等的對策。這次試驗中，在末端無法排水的狀況下，有設置集水井的區，通過試驗有必要結合這項內容進行評價。

6. 有效率的改良方法（結合施工時間測量結果）

6.1 關於作業時間的測量

在這次的試驗中，測量了各種改良方法所需的人員數和時間。測量的方法有①面形改良（扇型改良）、②挖溝改良（放射狀）、③部分改良（點穴）、④壓入式（土壤灌注）等4種。設連續溝（Trench）或浸透穴的工區，因幾名作業人員同時平衡挖掘試驗對象區的試驗坑，所以未能測定。

這次的測量是針對試驗工法，和實際現場施工比較精確性較高，所以耗費的人員和時間比較多。還有，有埋設管和很大瓦礫等作業時間會大幅度變化的因素也應考慮。因此，實際採用此工法在現場作業時應另外計算標準作業效率。

但是，通過這一次試驗可以比較出4種方法中哪一種作業效率最高，做指標性的參考數據。

作業時間的測量未包含預先準備或確定挖掘位置（放樣）的作業時間。只有挖掘・取土、土壤改良・回填所需的時間。壓入式・土壤灌注的方法未包含灌注溶液（液肥混合）等準備時間，只包含了關注作業所需的時間。

6.2 各施工方法所需作業時間

表 6.1 各施工方法所需時間

	每棵樹木所需的總時間 ※1				平均時間(人工)
面形改良 (扇型改良)	No.5	No.7	No.15	—	18.3
	12.5	24.0	[6.8] ※2	—	(2.3)
挖溝改良 (放射狀)	No.4	No.8	No.14	No.20	22.4
	25.5	24.0	24.0	16.0	(2.8)
部分改良 (點穴)	No.3	No.9	No.16	—	33.4
	30.0	25.3	45.0	—	(4.2)
壓入式・土壤 灌注	No.2	No.13	No.18	—	0.27
	0.25	0.25	0.30	—	(0.03)

※1 總時間是 人員×時間（挖掘・取土、土壤改良・回填所需的時間）

※2 No.15 面形改良的測定記錄是 6.84 小時，時間太短，所以判定為錯誤，省略了。

※3 時間記載例 12.5 表示 12 小時 30 分鐘。

※4 （人工）換算一個人按每天 8 小時計算。

表 6.2 按其面積的作業時間

	改良範圍			所需的總時間	每小時（每個人）	
	面積	深度	容量		施工m ² 數	施工m ³ 數
面形改良 （扇型改良）	5.9 m ²	0.6	3.5 m ³	18.3 (2.3 人)	0.32 (2.6)	0.19 (1.5)
挖溝改良 （放射狀）	4.8 m ²	0.6	2.9 m ³	22.4 (2.8 人)	0.21 (1.7)	0.13 (1.0)
部分改良 （點穴）	2.0 m ²	0.6	1.2 m ³	33.4 (4.2 人)	0.06 (0.48)	0.04 (0.29)
壓入式・土壤 灌注	11.8 m ²	0.3	3.5 m ³	0.27 (0.03 人)	43.7 (393.3)	12.96 (116.6)

發現施工方法所需作業時間有很大的差異。有預想到壓入式・土壤關注作業效率會很高，但與使用空氣挖掘機的作業效率有如此大的差異超出我們的預想。使用空氣挖掘機的作業效率按高低順序是 ①面形改良（扇型改良）、②挖溝改良（放射狀）、③部分改良（點穴）之順序。發現挖大坑比挖小坑效率高。

砂質土壤時不會有這麼大的差異。砂子很容易被吹掉，所以用空氣挖掘機挖小縱向坑是很容易的。但是，粘性很強的很難被吹掉的土壤時發現結果完全不同。試驗期間降雨很多也是一個原因。含水分高的坩質土壤粘性很強，不適于小規模的作業。

不管原因何在，作業性發生如此大的差異，應該可以說在大安森林公園使用空氣挖掘機施工最適合是面形改良（扇型改良）。並且，因為改良面積大對於樹勢恢復效果，估計面形的改良方法也是最好。

壓入式・土壤灌注的作業效率雖然很高，但可否採用，還要等樹勢恢復效果的試驗結果。通過土壤產生裂縫的改良效果及其持續性還需確認。但作業性如此簡單的話，也可以在公園反復施做，所以可列為公園的定期性管理業務內容之中。

最終評價還要結合連續溝（Trench），看樹勢恢復的評價結果，但對施工性的差異發現了很有趣的結果。

7. 今後的試驗追蹤調查和評價方法

7.1 追蹤調查的實施

實施對試驗對象樹木的持續觀察和測定樹木形狀尺寸。測定樹木形狀尺寸在冬天和夏天，以每半年為標準進行測定，連續兩年半。觀察是測定活力度（樹勢衰退度判定）進行定量評價。活力度評價是在樹葉繁茂的夏季實施。建議按以下表的時間實施。

表 7-1 追蹤調查的實施預定

追蹤次數	實施預定日	測量形狀尺寸	活力度評價	基盤調查
第 1 次 追蹤調查	2016 年 7 月	○	○	—
第 2 次 追蹤調查	2017 年 1 月	○	—	—
第 3 次 追蹤調查	2017 年 7 月	○	○	—
第 4 次 追蹤調查	2018 年 1 月	○	—	—
第 5 次 追蹤調查	2018 年 7 月	○	○	○

形狀尺寸的測量是，這次的試驗中也實施的方法，測量幹周和樹高及樹冠。樹高・樹冠等強風時會發生折枝，折斷等傷害，所以作為參考數值。

活力度（樹勢衰退度判定）評價方法也按這次試驗中採用的方法為標準。

還有，樹勢或成長量有時也受病蟲害或環境變化的影響。追蹤調查時一定要記錄這些內容，不可以遺漏。

7.2 最終調查

7.2.1 確認根系成長量

挖掘這次改良區的改良部分，確認根系伸長的狀況。連續溝（Trench）也一起挖掘，確認根系伸長範圍，同時確認集水井。

若有剩餘時間，也想對 2014 年 5 月實施的「樹木根系和植栽基盤調查」之試驗區樹木根系進行挖掘調查。當時的土壤改良範圍是樹木根系的 1/4 面形改良（扇形），可確認到改良 5 年之後的根系分佈狀況。因為此試驗詳細地記錄了調查時的根系分佈狀況，所以，改良前後的比較精度會很高。

7.2.2 確認地上部生長量和樹勢

測量這次的試驗對象樹木及 2014 年 5 月實施的試驗對象樹木的成長量和活力度，確認樹勢改善狀況。測定按 7.1 記載的追蹤調查方法為準。

7.3 最終評價

各種施工方法的根系發達狀況和樹勢以及成長量相比較，找出最有效的改良方法。另外，最後的建議案應考慮成本與作業效率的內容。

附加資料

1. 各試驗區的狀況 [試驗樹木號碼 No.1～27]

試驗樹木號碼 NO. 1

樹 種 阿勃勒

改良 方法 對照區

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	40.1
120 cm 幹周	cm	38.9
樹 高	m	6.0
樹冠 (最大)	m	3.5

備 註



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

改良時現況照片



試驗樹木號碼 NO. 2

樹 種 阿勃勒

改良 方法 压入式改良(土壤灌注)

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	51.1
120 cm 幹周	cm	49.4
樹 高	m	7.0
樹冠 (最大)	m	5.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



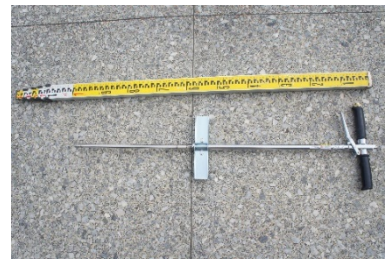
2) 準備水桶和壓縮機



3) 準備液肥



4) 攪 拌



5) 準備灌注機



6) 灌注作業

試驗樹木號碼 NO. 3

樹 種 阿勃勒

改良 方法 部分改良（點穴）

改良時形狀

調查年月	單位	2016.1
100 cm 幹周	cm	60.5
120 cm 幹周	cm	56.7
樹 高	m	4.5
樹冠（最大）	m	3.5



試驗樹木形狀變化記錄

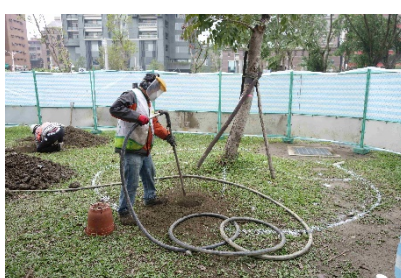
改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 用空氣挖掘機開始挖掘



3) 用空氣挖掘機進行挖掘



4) 點穴挖掘完成



5) 點穴（ $\phi 40\text{ cm} \times \text{深 } 60\text{ cm}$ ）



6) 土壤改良土回填完成

試驗樹木號碼 NO. 4

樹 種 阿勃勒

改良 方法 挖溝改良（放射狀）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	50.2
120 cm 幹周	cm	47.8
樹 高	m	6.0
樹冠（最大）	m	4.0



試驗樹木形狀變化記錄

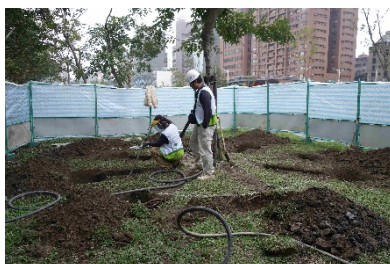
改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置・去除草皮



2) 用空氣挖掘機挖溝



3) 挖溝完成（放射狀）



4) 挖溝（15cm×40cm×深6cm）



5) 混合土壤改良材



6) 回填完成

試驗樹木號碼 NO. 5

樹 種 阿勃勒

改良 方法 按面改良（扇狀）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	53.4
120 cm 幹周	cm	51.8
樹 高	m	10.0
樹冠（最大）	m	5.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹回り	cm					
120 cm 幹回り	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 去除草皮，挖掘土壤排出溝



3) 用空氣挖掘機進行扇形挖掘



4) 挖掘完成(扇形 15cm×深 60cm)



5) 混合土壤改良材



6) 回填完成

試驗樹木號碼 NO. 6

樹 種 阿勃勒

改良 方法 對照區

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	47.4
120 cm 幹周	cm	48.0
樹 高	m	7.0
樹冠 (最大)	m	4.5



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

改良時現況照片



試驗樹木號碼 NO. 7

樹 種 阿勃勒

改良 方法 整面改良（扇形）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	46.4
120 cm 幹周	cm	41.9
樹 高	m	7.0
樹冠（最大）	m	6.2



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 用空氣挖掘機挖掘



3) 扇形挖掘完成(扇形 150cm×深 60 cm)



4) 混合土壤改良材回填



5) 回填完成

試驗樹木號碼 NO. 8

樹 種 阿勃勒

改良 方法 挖溝改良（放射狀）

改良時形狀

調查年月	單位	2016.1
100 cm 幹周	cm	47.4
120 cm 幹周	cm	45.8
樹 高	m	7.5
樹冠（最大）	m	6.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 去除草皮



3) 用空氣挖掘機挖掘



4) 挖掘完成



5) 混合土壤改良材



6) 回填完成

試驗樹木號碼 NO. 9

樹 種 阿勃勒

改良 方法 部分改良（點穴）

改良時形狀

調查年月	單位	2016.1
100 cm 幹周	cm	54.9
120 cm 幹周	cm	50.3
樹 高	m	10.0
樹冠（最大）	m	6.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 外觀



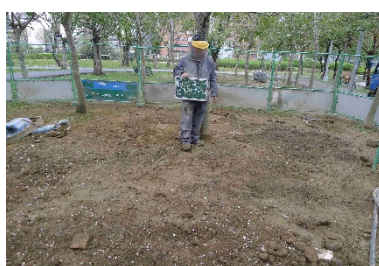
2) 確定位置



3) 用空氣挖掘機點穴挖掘



4) 點穴挖掘完成



5) 回填完成

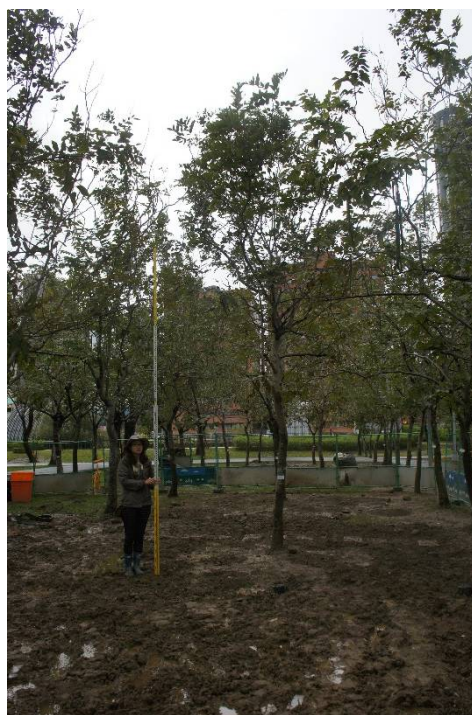
試驗樹木號碼 NO. 10

樹 種 阿勃勒

改良 方法 點穴式、灌注式、連續溝、滲透井

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	40.0
120 cm 幹周	cm	38.2
樹 高	m	7.0
樹冠 (最大)	m	5.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片



1) 用灌注器注入液肥
外圍的排水溝挖掘コ字形狀



2) 點穴挖掘完成



3) 用改良土回填

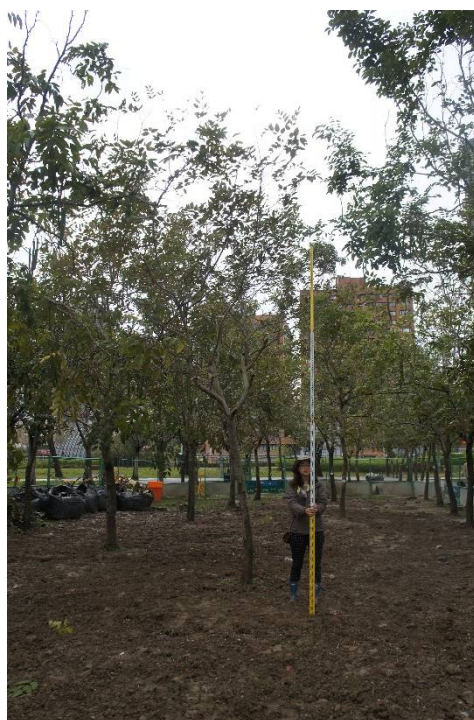
試驗樹木號碼 NO. 11

樹 種 阿勃勒

改良 方法 放射狀、灌注式、連續溝、滲透井

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	36.1
120 cm 幹周	cm	34.7
樹 高	m	6.0
樹冠 (最大)	m	3.5



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 去除草皮



3) 挖掘放射狀，連續溝



4) 完成放射狀，連續溝挖掘



5) 混合改良材



6) 回填完成

試驗樹木號碼 NO. 12

樹 種 阿勃勒

改良 方法 連續溝、滲透井

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	38.1
120 cm 幹周	cm	38.1
樹 高	m	7.5
樹冠 (最大)	m	4.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 挖掘連續溝



3) 混合改良材



4) 回填完成

試驗樹木號碼 NO. 13

樹 種 榕樹

改良 方法 壓入式改良（土壤灌注）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	46.4
120 cm 幹周	cm	44.7
樹 高	m	4.5
樹冠（最大）	m	4.5



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 用灌注器注入液肥

試驗樹木號碼 NO. 14

樹 種 榕樹

改良 方法 挖溝改良（放射狀）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	40.0
120 cm 幹周	cm	38.2
樹 高	m	5.0
樹冠（最大）	m	2.3



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 排土坑的剖面(軟岩石)



3) 用空氣挖掘機挖溝



4) 放射狀完成（很多礫石）



5) 回填改良土



6) 回填完成

試驗樹木號碼 NO. 15

樹 種 榕樹

改良 方法 整面改良（扇形）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	43.5
120 cm 幹周	cm	42.9
樹 高	m	4.5
樹冠（最大）	m	4.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 挖掘巨大石礫地土壤



3) 挖掘代替土壤



4) 混合土壤改良材



5) 回填土壤改良土



6) 完成回填

試驗樹木號碼 NO. 16

樹 種 阿勃勒

改良 方法 部分改良（點穴）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	40.7
120 cm 幹周	cm	41.8
樹 高	m	5.0
樹冠（最大）	m	4.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 用空氣挖掘機挖掘



3) 改良挖掘的土壤



4) 用改良土壤回填



5) 完成

試驗樹木號碼 NO. 17

樹 種 榕樹

改良 方法 對照區

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	51.0
120 cm 幹周	cm	47.8
樹 高	m	4.5
樹冠 (最大)	m	2.4



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良時照片



試驗樹木號碼 NO. 18

樹 種 茄苳

改良 方法 压入式改良（土壤灌注）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	76.0
120 cm 幹周	cm	74.8
樹 高	m	7.0
樹冠（最大）	m	8.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置

試驗樹木號碼 NO. 19

樹 種 樟樹

改良 方法 部分改良（點穴）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	52.4
120 cm 幹周	cm	53.7
樹 高	m	5.5
樹冠（最大）	m	5.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 用空氣挖掘機挖掘



3) 回填改良土壤

試驗樹木號碼 NO. 20

樹 種 臺灣樂樹

改良 方法 挖溝改良（放射狀）

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	72.6
120 cm 幹周	cm	71.6
樹 高	m	5.5
樹冠（最大）	m	4.5



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 確定位置



2) 用空氣挖掘機挖掘



3) 埋設的水泥管



4) 挖掘完成



5) 土壤改良材



6) 改良土回填完成

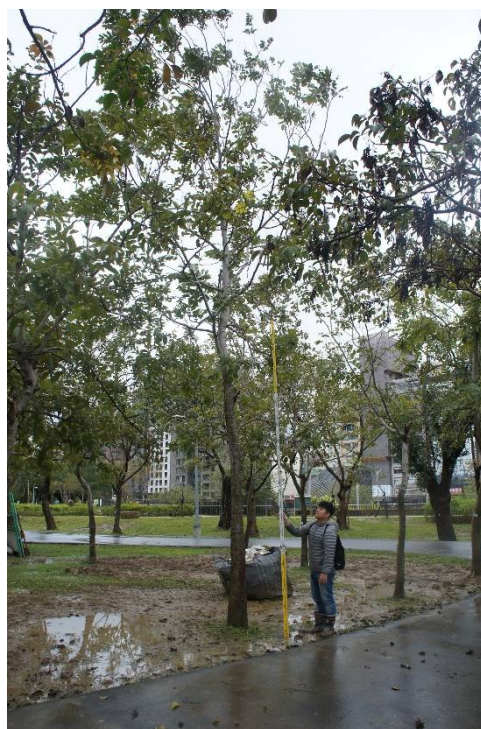
試驗樹木號碼 NO. 21

樹 種 阿勃勒

改良 方法 對照區

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	57.9
120 cm 幹周	cm	53.4
樹 高	m	9.0
樹冠 (最大)	m	4.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片

試驗樹木號碼 NO. 22

樹 種 阿勃勒

改良 方法 對照區

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	40.0
120 cm 幹周	cm	37.7
樹 高	m	7.5
樹冠 (最大)	m	3.5



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片

試驗樹木號碼 NO. 23

樹 種 阿勃勒

改良 方法 對照區

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	47.3
120 cm 幹周	cm	48.0
樹 高	m	7.5
樹冠 (最大)	m	3.5



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片

試驗樹木號碼 NO. 24

樹 種 阿勃勒

改良 方法 對照區

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	45.5
120 cm 幹周	cm	44.5
樹 高	m	8.0
樹冠 (最大)	m	4.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片

試驗樹木號碼 NO. 25

樹 種 阿勃勒

改良 方法 連續溝，滲透井

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	54.5
120 cm 幹周	cm	52.1
樹 高	m	9.0
樹冠 (最大)	m	5.0



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片



1) 挖掘連續溝



2) 混合改良材



3) 回填完成

試験樹木號碼 NO. 26

樹 種 阿勃勒

改良 方法 連続溝，渗透井

改良時形状

調査年月	単位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	39.4
120 cm 幹周	cm	36.4
樹 高	m	6.0
樹冠（最大）	m	3.0

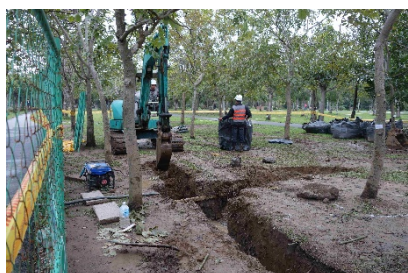


試験樹木形状の経年変化記録

改良時の試験樹木照片

調査年月	単位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠（最大）	m					

土壤改良施工照片



1) 挖掘連続溝



2) 混合改良材



3) 回填完成

試驗樹木號碼 NO. 27

樹 種 阿勃勒

改良 方法 連續溝，滲透井

改良時形狀

調查年月	單位	2016. 1
100 cm 幹周	cm	45.0
120 cm 幹周	cm	43.9
樹 高	m	7.0
樹冠 (最大)	m	6.5



試驗樹木形狀變化記錄

改良時的試驗樹木照片

調查年月	單位	2016.7	2017.1	2017.7	2018.1	2018.7
100 cm 幹周	cm					
120 cm 幹周	cm					
樹 高	m					
樹冠 (最大)	m					

土壤改良施工照片



1) 挖掘連續溝



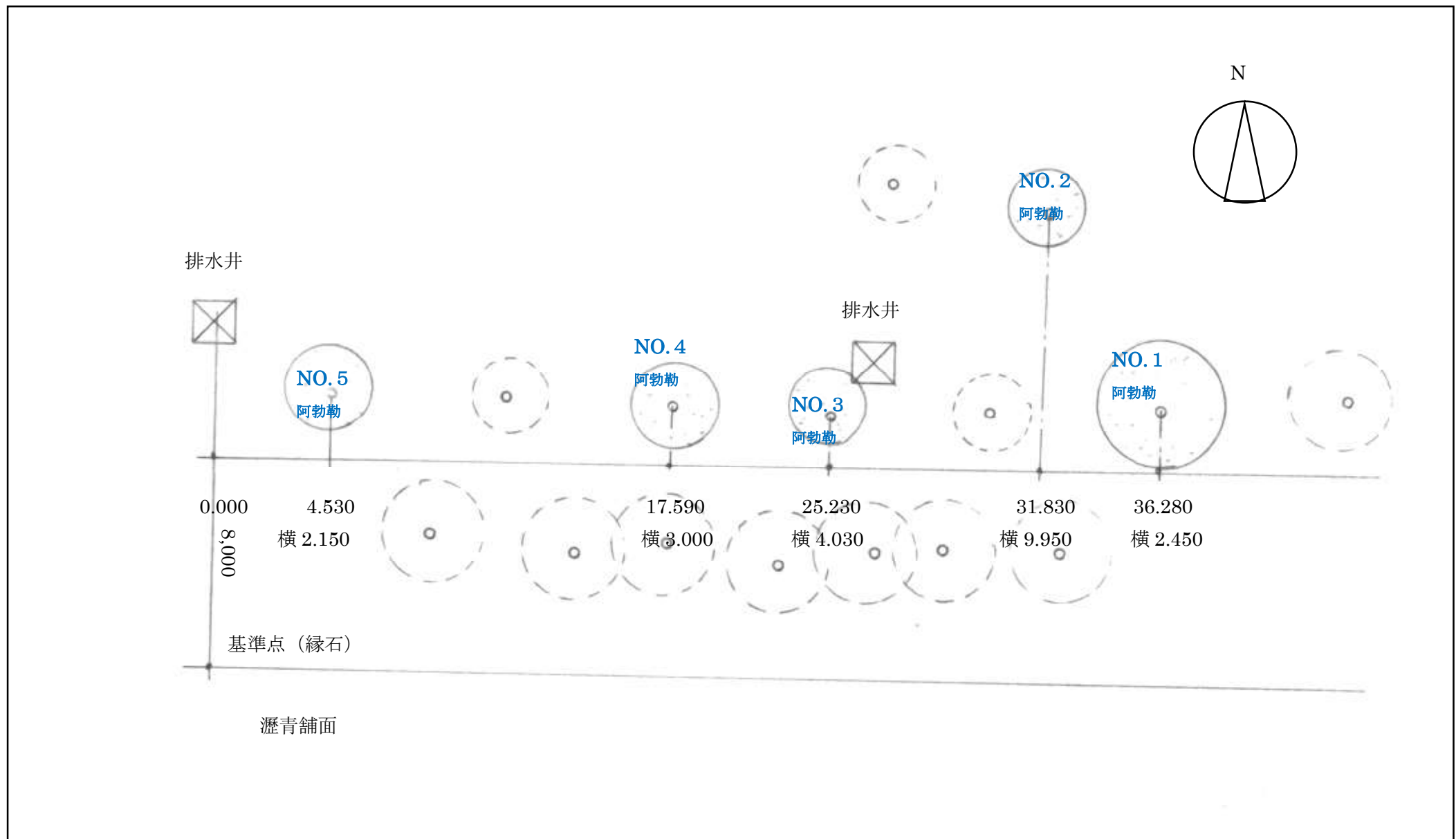
2) 混合改良材



3) 回填完成

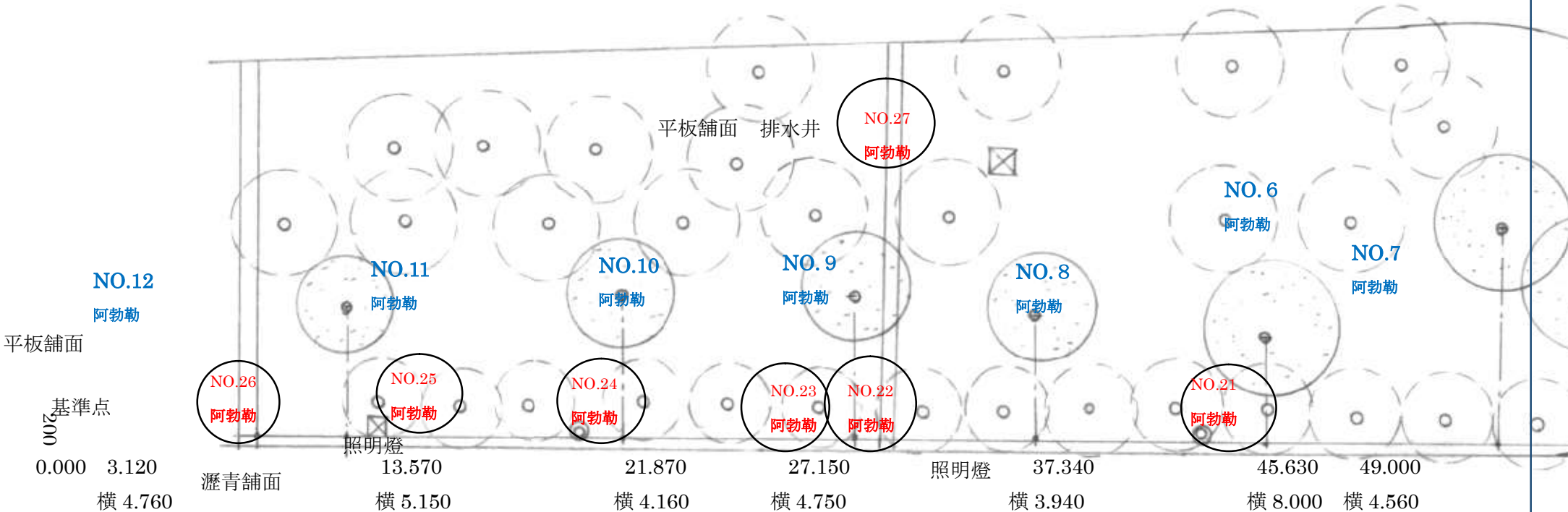
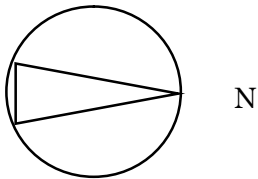
附加資料 2 試驗對象樹木位置圖

1) 植栽基盤改良試驗 調查樹木位置圖 NO. 1 ~ 5 (縮尺 1/200)

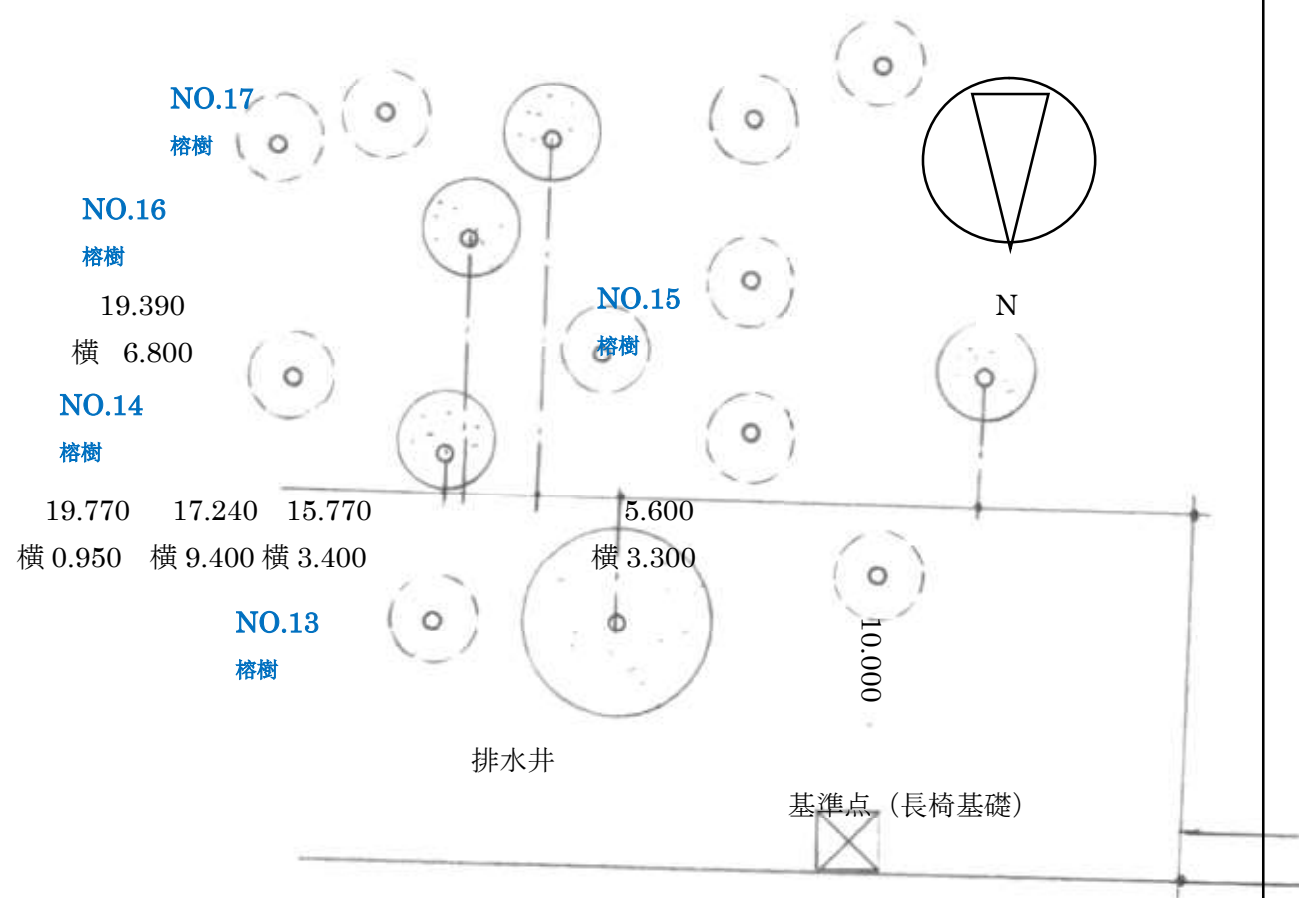


紅字是追加調查區

阿勃勒



3) 植栽基盤改良試験 調査樹木位置圖 NO.13~17 (縮尺 1/200)



樹木衰退度調查票

測定項目	評 価 基 準					評價 點數
	0	1	2	3	4	
1. 樹勢	生長旺盛，完全看不出受害現象	雖受到輕微影響，但不明顯	能明顯判斷出異常	生長狀態惡劣，恢復可能性較小	幾乎枯死	
2. 樹形	保持自然樹形	雖有些雜亂，但接近自然樹形	自然樹形崩潰嚴重	基本失去自然樹形，呈畸形化	幾乎完全崩潰	
3. 樹枝伸長量	正常	輕微偏少，但不明顯	樹枝變短纖細	樹枝極度短小，有生薑狀的節。	只能看到下方有一些幹生枝	
4. 樹冠頂端枯萎等受害	無	有一些，但不明顯	很多	特別多	失去頂端	
5. 樹枝末端枯萎等受害	無	有一些，但不明顯	很多。切斷面很明顯	特別多，有大的切斷面	幾乎沒有健全的末端	
6. 枝葉密度	枝葉密度平衡均勻	和0比較，稍微遜色	略顯稀疏	枯枝很多，新葉很少，嚴重稀疏	幾乎沒有枝葉	
7. 葉子大小	葉子都是標準大小	有一些個別的小葉子	整體都小	整體都特別小	只有一點較小的葉子	
8. 修剪痕癒合	癒合組織形成旺盛，傷口快速癒合	普通	稍微遲緩，有舊傷殘留	顯著不良致使傷口腐朽	見不到癒和，腐朽很顯著	
9. 樹皮狀態	幾乎沒有傷口	有輕微傷痕，穿孔，但不明顯	樹皮上有明顯異常	有較大的空洞和剝落	樹皮大部分已枯死	
10. 材質腐朽	無	樹枝有輕微腐朽	大枝・幹部有腐朽	樹幹腐朽嚴重	樹幹的大部分都已腐朽	

衰退度＝各項目評價值的合計÷10＝

衰 退 度	区分					I： 0～0.8 未滿	IV：2.4～3.2 未滿
	I	II	III	IV	V	II：0.8～1.6 未滿	V：3.2～4.0

III：1.6～2.4 未滿

試坑剖面調查表

調査地点No. 15		調査日	2016年1月22日	樹種	榕樹		天氣	雨		調査者		成本/伊東	
				層位	土色	腐植	土性	硬度 mm	構造	礫石	堅密度	濕潤	備註
				I	10YR 2/2 (黒褐色)	有	CL	11,17,8 (12)	壁狀	有	軟	半濕	
				II	10YR 4/1 (褐灰色)	有	CL	17,14,18 (16)	壁狀	細礫 / 特別多	堅硬	半濕	
				III	10YR 4/4 (褐色)	有	SiL	30,29,31 (30)	壁狀	中礫・ 礫土	固結	半干	
				IV	5Y 3/2 (橄欖黑色)	有	SiL	因潮濕 ・積水 不能測定	壁狀	小礫・ 含	堅硬	多濕	