

II. ブータンにおける土壌浄化法 モデル施設の設置

1. モデル施設設置の目的及び対象地域の概要

1.1 モデル施設設置の目的

今回のブータンにおけるモデル施設設置の目的は下記のとおりとする。

①個別処理における現状

- ・ ブータンにおける個別処理は、首都ティンプーをはじめ主要都市部の一部の下水処理施設を有する地域以外は、ほとんどが雑排水については未処理のまま放流され、し尿についてはセプティックタンクに貯留後ソックピットと呼ばれる浸透槽にて重力浸透されている。
- ・ ソックピットが詰りを起こすと新たなソックピットを作り、個々に対応している。
- ・ 既存のセプティックタンクには臭気を大気拡散させる臭突(臭気拡散煙突)が設置されているが季節や風向きによって周辺に悪臭が発生している。

①-2 個別処理における土壌浄化法モデル施設設置の目的

- ・ 既存のセプティックタンクの臭突を改造し、タンク上部に土壌脱臭床を設置する。土壌の持つ脱臭機能を利用した無動力の脱臭施設とする。
- ・ 未処理のまま放流されている雑排水については、トレンチ工法により土壌浸潤をさせ無動力浄化を行い自然に還元する。

②集合処理における現状

- ・ ①で述べたとおり首都ティンプーをはじめ主要都市部の一部の下水処理施設を有する地域以外は、ほとんどが個別住宅と同様に集合住宅やホテル等についても雑排水については未処理のまま放流され、し尿についてはセプティックタンクに貯留後ソックピットと呼ばれる浸透槽にて重力浸透されている。
- ・ ティンプー市内の新築中の集合住宅建設現場において、下水道区域以外ではセプティックタンクの建設中の状況が確認できた。
- ・ 既存のセプティックタンクには臭気を大気拡散させる臭突(臭気拡散煙突)が設置されているが、季節や風向きによって周辺に悪臭が発生している。

②-2 集合処理における土壌浄化法モデル施設設置の目的

- ・ 既存のセプティックタンク及びソックピットの設置を行わず、し尿及び雑排水の合併処理施設として土壌被覆型沈殿分離槽とトレンチ工法の組み合わせにより、無動力浄化を行い自然に還元する。
- ・ これまでの臭気問題についても上記施設による対応で解決を図る。

1.2 モデル施設設置対象地域の概要

①個別処理モデル施設設置対象地域の概要

- ・ 場所：パロ市郊外、個人宅敷地内
- ・ 土壌浄化法による対応方法：セプティックタンクの悪臭に対しては、土壌脱臭工法を実施し、雑排水に対してはトレンチ工法を実施した。

②集合処理モデル施設設置対象地域の概要

- ・ 場所：ティンプー市 モディタン高校内(カウンターパートである教育省の協力により実施)
- ・ 土壌浄化法による対応方法：既存教員用トイレ棟からの排水を、セプティックタンクへの排水経路を切り替え土壌被覆型沈殿分離槽へ導水し、トレンチ工法との組み合わせにより実施した。

2. 個別処理施設における土壌浄化法のモデル施設

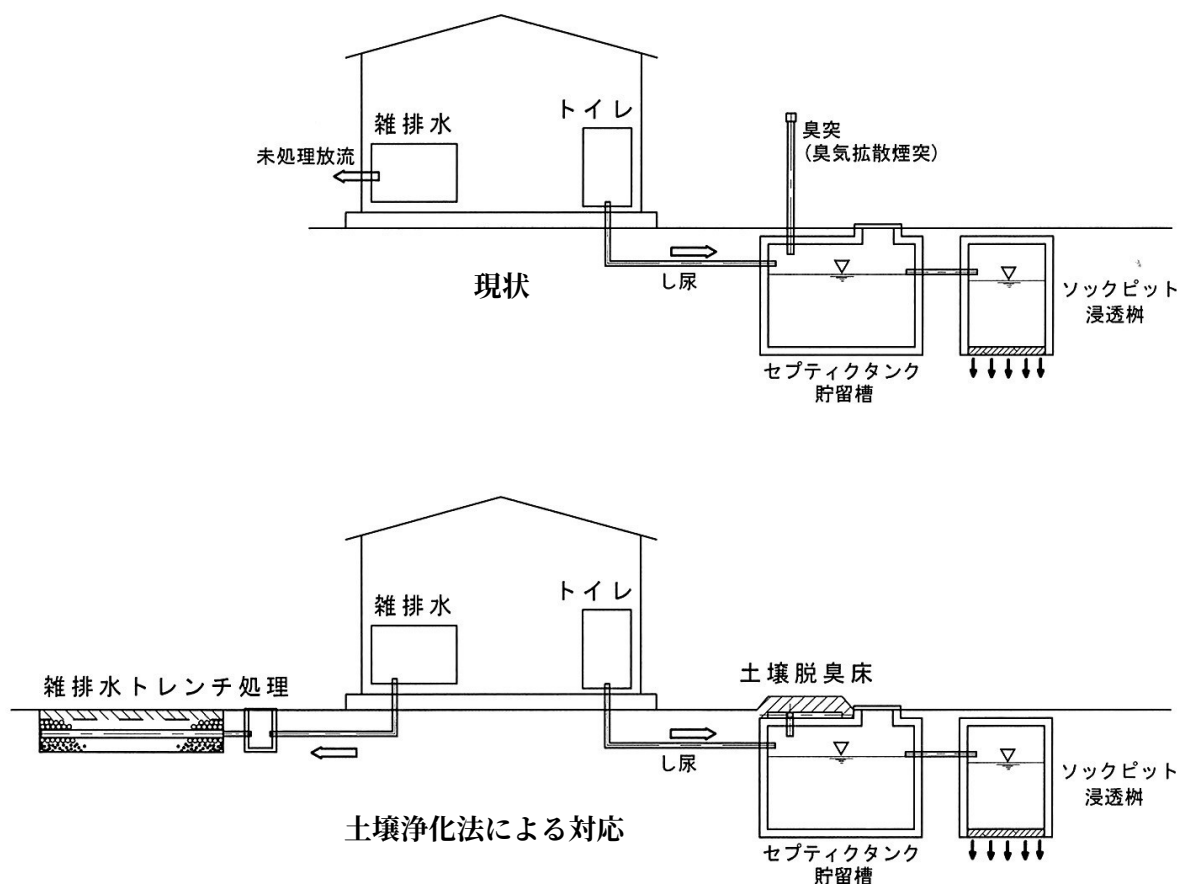
2.1 個別住宅における問題点

- ①ほとんどの住宅が雑排水については未処理のまま放流され、し尿についてはセプティックタンクに貯留後ソックピットと呼ばれる浸透枳にて重力浸透されているため、汚染が直接地下に浸透し、雑排水と合わせて最終的に河川等に排水され、環境汚染が進んでいる。
- ②既存のセプティックタンクから周辺に悪臭が発生している

2.2 土壌浄化法による個別生活排水施設

今回土壌浄化法による個別生活排水施設については下記のとりの施設計画とした。

2-図1 施設計画模式図-1



2.3 モデル施設設計諸元

①土壌脱臭床

- ・必要面積：今回は送風機を使用しない無圧の脱臭となるため日本における土壌脱臭床の設計基準とは異なっているが、処理風量 $1.0\text{m}^3/\text{分}$ 当りの脱臭床原単位 6.7m^2 を当てはめ、さらに必要土壌厚さを土壌被覆構造の最小値である 200cm とする。
- ・今回必要面積はセプティックタンク水面積約 10m^2 に対して時間当り処理風量の $3\text{m}^3/\text{時間}$ を当てはめると $30\text{m}^3/\text{時間}$ ($0.5\text{m}^3/\text{分}$) となる。
ここで処理風量 $1.0\text{m}^3/\text{分}$ 当りの脱臭床原単位 6.7m^2 であることより、今回必要面積は $6.7\text{m}^2 \times 0.5 = 3.35\text{m}^2$ 以上とする。
今回の設置土壌脱臭床は 6.3m^2 である。

②雑排水トレンチ

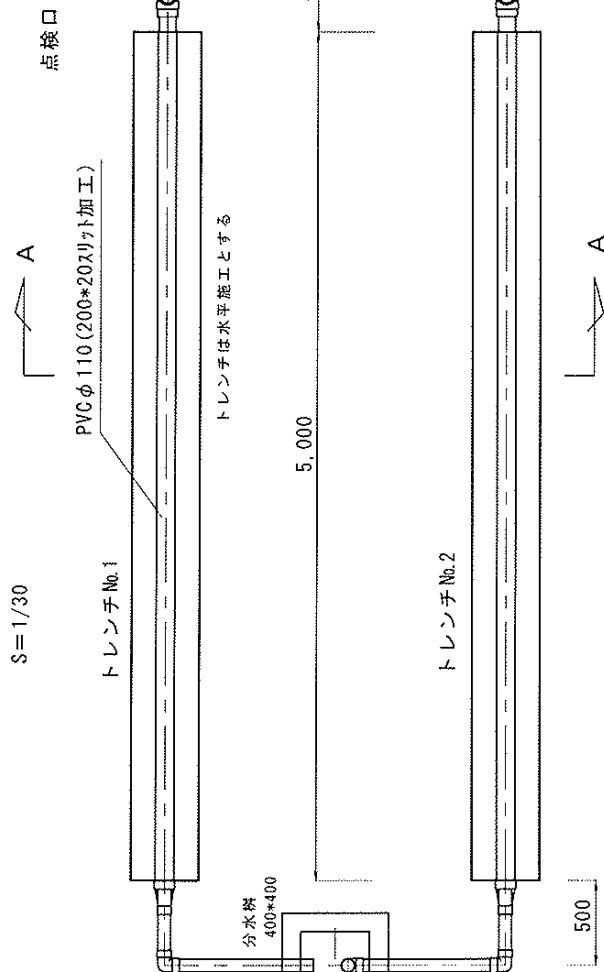
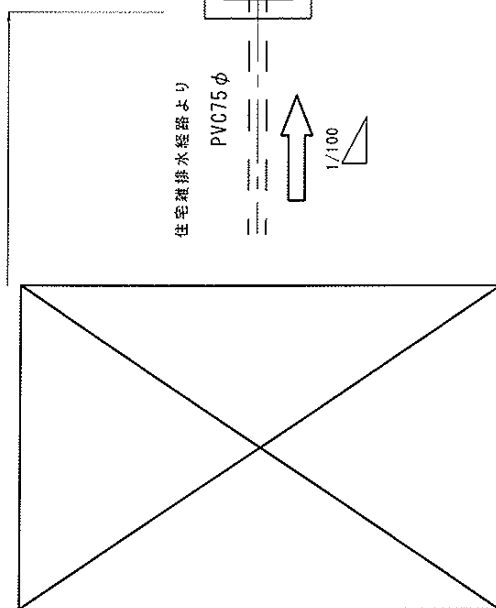
- ・排水量の算定：個人宅の人員数 5 人(聞き取りによる)
- ・1 人当り雑排水量 100 ℓ/人・日(ティンパー市原単位より算出)
- ・1 日当り処理水量：5 人×100 ℓ/人・日=500 ℓ/人・日となる。
- ・トレンチ原単位：100 ℓ/m・日
- ・以上によりトレンチ必要延長は 5m となり 2 系列敷設のため、総延長は 10m とする
- ・トレンチ設置場所の透水試験は平成 24 年 12 月 22 日に実施。
結果は減水速度測定 I -76 頁より №1 地点測定により、平均 $4.0 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ であり
判定基準(適性範囲) $5 \times 10^{-2} \text{cm/sec} \sim 4.5 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ を満足している。

2.4 モデル施設図面

毛管浸潤トレンチ平面図

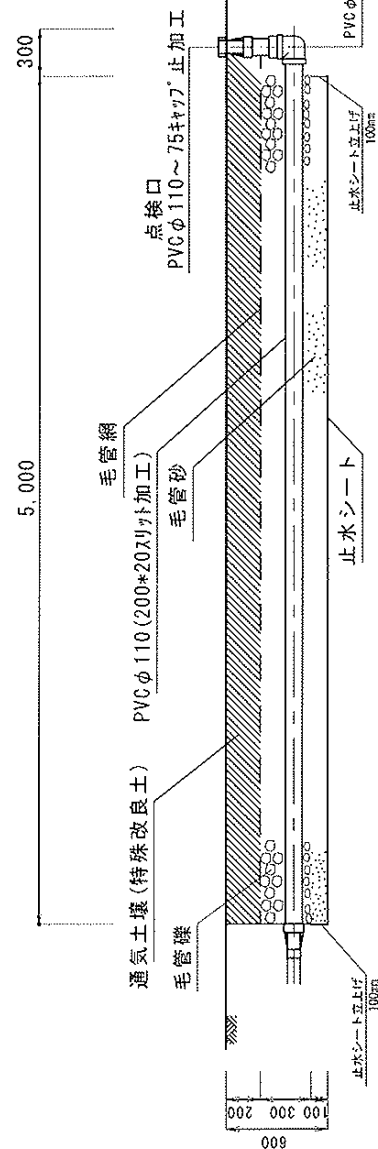
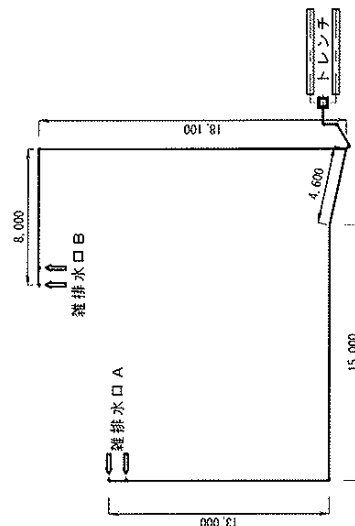
S=1/30

現地地形合わせ



雑排水管敷設経路図

S=1/300



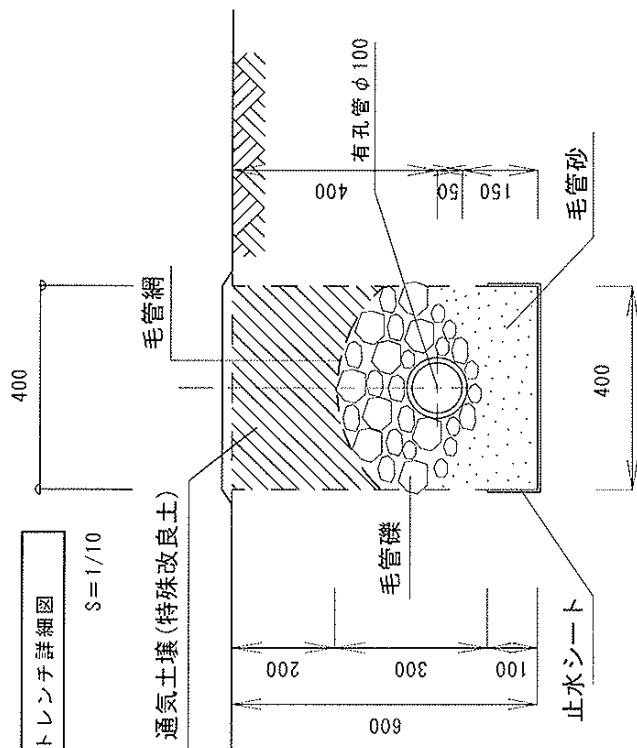
毛管浸潤トレンチ断面図

S=1/30

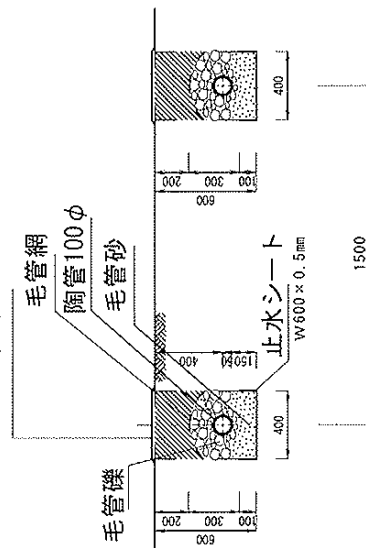
工事名	毛管浸潤トレンチ設置工事
工事場所	個人宅
図面名称	5m×2基列タイプトレンチ敷設図
図面番号	図 尺 図示
設計者	毛管浄化システム株式会社

毛管浸潤トレンチ詳細図

S=1/10

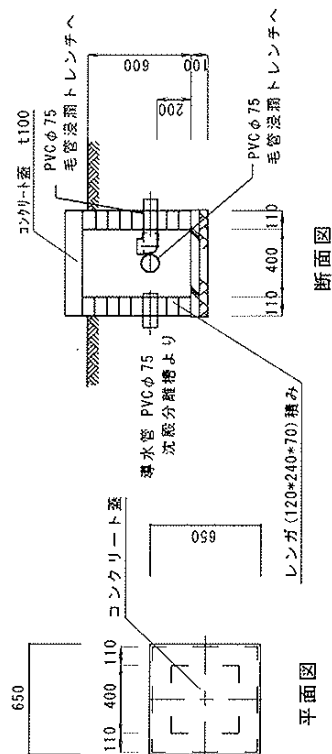


毛管浸潤トレンチ断面図



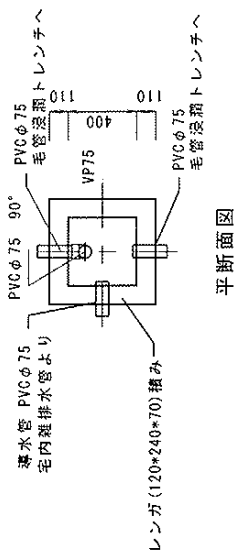
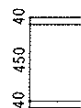
A-A断面図

S=1/30



平面図

断面図



平面図

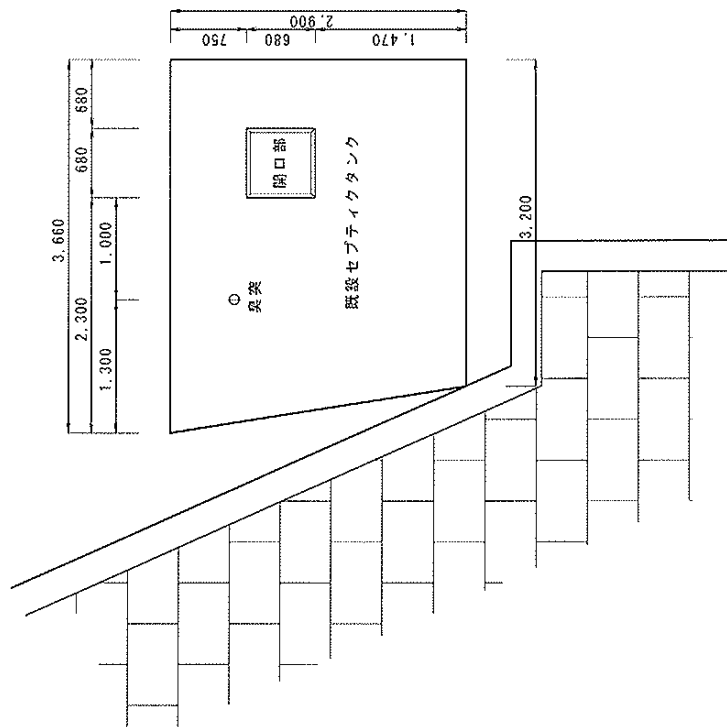
分水樹詳細図

S=1/30

工事名	毛管浸潤トレンチ施設工事
工事場所	個人宅
図面名称	分水樹・トレンチ詳細図
図面番号	縮尺
図示	図示
設計者	毛管浄化システム株式会社

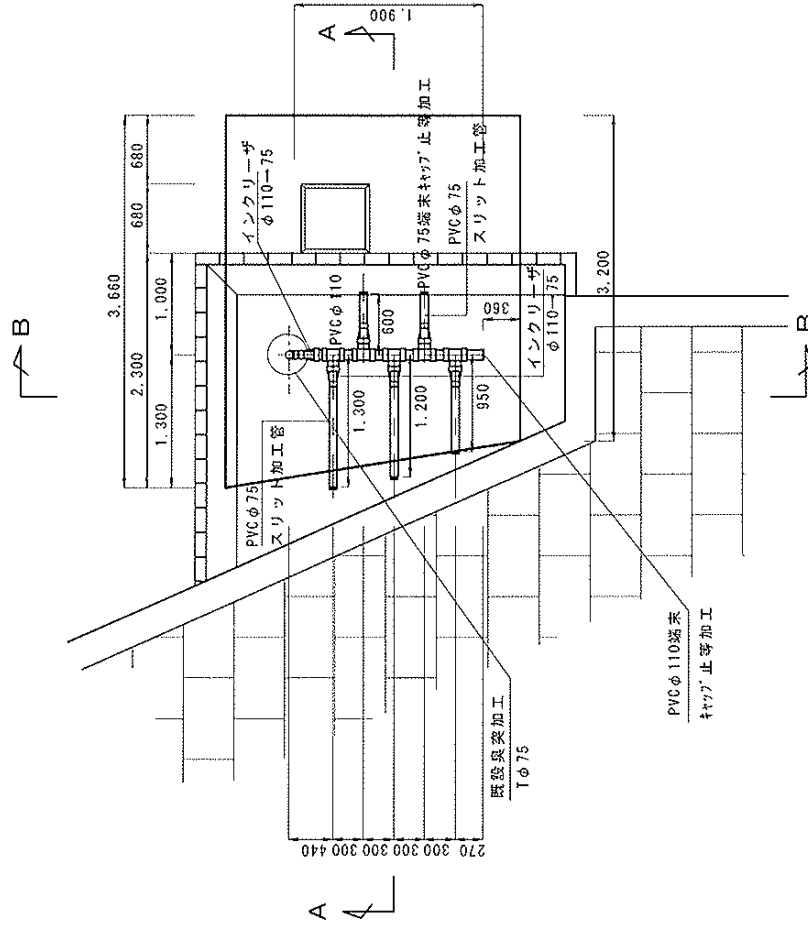
既設セブティクタンク平面図

S=1/50



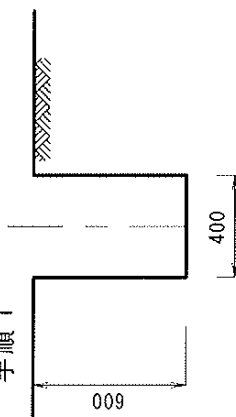
土壌脱臭床計画平面図

S=1/50



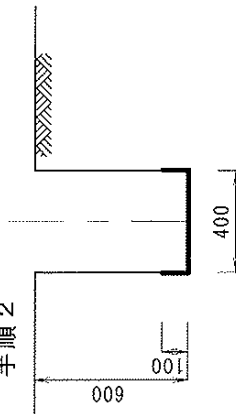
工事名	電管浸潤トレンチ施設工事
工事場所	個人宅
図面名称	土壌脱臭計画図
図面番号	図 R
設計者	電管浄化システム株式会社

Step No. 1 手順 1



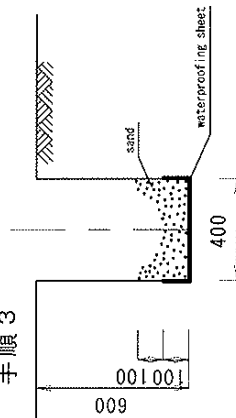
- ① 縦600mm 幅400mmの溝を掘る
- ② トレンチ溝底部は水平に仕上げる
- ③ Dig a trench of 40cm 60cm horizontal vertical
- ④ The lower part of the groove is formed horizontally

Step No. 2 手順 2



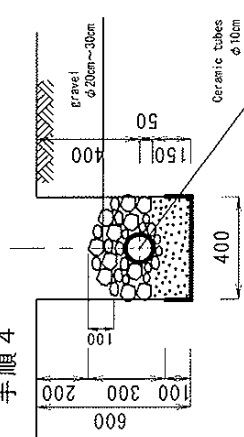
- ① 仕上た底部に止水シートを敷く
- ② 止水シートは幅600mmの両端を100mm立ち上げる
- ③ 流入側と末端部も同様にしち上げる
- ④ Spread a sheet that is formed in the bottom of the water stop
- ⑤ Launch 10 cm at both ends of the waterproofing sheet
- ⑥ Up part of the front and back as well

Step No. 3 手順 3



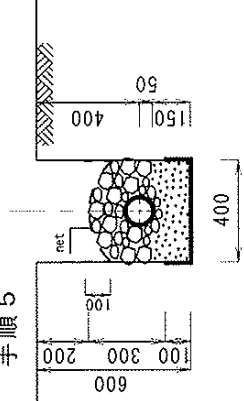
- ① 止水シートの上に毛管砂を充填する
- ② 両端を立ち上げた形で中央部がくぼんだ状態とする
- ③ 立ち上げた止水シートから両端100mm、中央部は止水シートの立ち上げ部と同じ高さで成型する
- ④ 毛管砂の充填時に止水シートの立ち上げ部が内側に型れ込まない様に注意する
- ⑤ Filled with sand on top of the waterproofing sheet
- ⑥ Dent on the center as shown in the figure
- ⑦ 10 cm from the ends of the sheet water stop was launched.
- ⑧ Central part is the same height as the launch of the waterproofing sheet
- ⑨ Note both ends of the sheet to prevent water stop lying on the inner side at the time of filling of sand

Step No. 4 手順 4



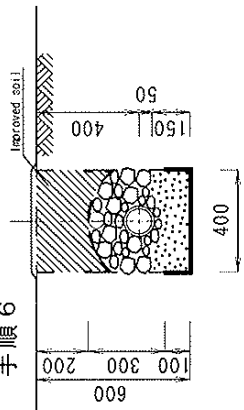
- ① 陶管と砂を施工する
- ② 陶管の高さは底部より150mmの位置に管底がくる様に毛管砂の上に砂を敷いて調整する
- ③ 陶管は水平施工とし、陶管の位置が決まったら中央部を底部より400mmの高さで山形に成型する
- ④ 砂の両端は頂点部より100mm下げた位置とする
- ⑤ Ceramic tubes and gravel to construction
- ⑥ Ceramic tube sets the position of the bottom of the tube to a height of 15 cm from the bottom
- ⑦ Carried out on the sand is packed gravel height adjustment
- ⑧ Ceramic tube was mounted horizontally
- ⑨ From a height of 40cm on the bottom central portion in the form of a mountain as gravel after installing the ceramic tube
- ⑩ Both ends of the gravel and 10 cm height was lowered from vertex

Step No. 5 手順 5



- ① 山形に成型した砂の上に毛管網を敷く
- ② 幅600mmの網の両端をそれぞれ100mm立ち上げる
- ③ 網の重ねが必要な場合は重ねしろを150mm以上とする
- ④ Spread a net on top of the gravel was molded
- ⑤ Launch both ends of the network of 10 cm width 60cm
- ⑥ Tabling of the network should be at least 15 cm

Step No. 6 手順 6



- ① 毛管網の上に通気土壌を充填する
- ② 土壌充填は、まず両端の毛管網立ち上げ部より行い、網が倒れ込まないようにする
- ③ 上記作業後、全体に通気土壌を充填する
- ④ 成型時には縦横矯正は絶対行わない事
- ⑤ 圧密沈下を考慮し、上部を3cm~4cm程度余裕とする
- ⑥ 矯正は人力転圧とする
- ⑦ 仕上げ部分に張り芝を行い完了
- ⑧ Filled with soil on top of the network to improve
- ⑨ Both ends of the network are filled with soil to prevent collapse
- ⑩ Filled with soil improvements across the top of the groove
- ⑪ Pressed by mechanical compaction does not account for subsidence
- ⑫ Carried out by the weight of a person stepping compaction
- ⑬ Sod on the ground that the construction

工事名	毛管透過トレンチ工法工事
工事場所	
図面名称	トレンチ埋設工事図面
図面番号	図 R
縮尺	1/30
設計者	毛管浄化システム株式会社

2.5 モデル施設建設現場写真

・ 場所別調査結果

施工場所 ブータン パロ市 個人宅

施工期間 着手日 平成25年 1月22日(火) 天候:晴れ

完了日 平成25年 1月26日(日) 天候:晴れ



雑排水トレンチ施工場所



し尿セプティックタンク 土壌脱臭床施工場所

考察、メモ

地目 宅地(個人宅地内空き地及び既設セプティックタンク上部)

地形 平坦

地質 土砂

標高 約2300m

施工場所：パロ郊外 雑排水トレンチ工－1 住宅の宅地内空き地。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・雑排水トレンチ着手前
- ・トレンチ配置箇所マーキング作業



- ・トレンチ掘削
- ・幅40cm・深さ60cm・長さ5.0m
- ・間隔を1.5mとし、2本掘削



- ・トレンチ掘削
- ・幅40cm・深さ60cm
- ・底部は水平に基面整正



- ・トレンチ分水柵掘削

施工場所：パロ郊外 雑排水トレンチ工－2 住宅の宅地内空き地。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・雑排水トレンチ用PVCφ110加工
- ・スリット(200*20)加工状況



- ・雑排水トレンチ用PVCφ110加工
- ・スリット加工品



- ・トレンチ№1
- ・止水シート敷設
- ・同時施工にて毛管砂充填



- ・トレンチ№1
- ・毛管砂充填

施工場所：パロ郊外 雑排水トレンチ工－3 住宅の宅地内空き地。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・トレンチ№1
- ・毛管砂充填完了



- ・トレンチ№1
- ・PVCφ110スリット加工管敷設



- ・トレンチ№1
- ・毛管礫充填完了



- ・トレンチ№1
- ・毛管網敷設完了

施工場所：パロ郊外 雑排水トレンチ工－4 住宅の宅地内空き地。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・被覆土壌改良(土壌脱臭にも併用)
- ・母材・砂・微採石(3対2対1)



- ・被覆土壌改良用母材(ふるい選別)



- ・被覆土壌改良(混合状況)



- ・被覆土壌改良(混合完了)

施工場所：パロ郊外 雑排水トレンチ工－5 住宅の宅地内空き地。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・トレンチ№1
- ・被覆土壌充填状況1



- ・トレンチ№1
- ・被覆土壌充填状況2



- ・トレンチ№2
- ・止水シート敷設



- ・トレンチ№2
- ・毛管砂充填

施工場所：パロ郊外 雑排水トレンチ工－6 住宅の宅地内空き地。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・トレンチ№2
- ・PVCφ110スリット加工管敷設



- ・トレンチ№2
- ・毛管礫充填完了



- ・トレンチ№2
- ・毛管網敷設



- ・トレンチ№2
- ・被覆土壌充填

施工場所：パロ郊外 雑排水トレンチ工－7 住宅の宅地内空き地。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・トレンチ分水柵施工
- ・□400* h 600(レンガ積み)



- ・トレンチ分水柵施工完了



- ・雑排水トレンチ完了

施工場所：パロ郊外 雑排水トレンチ工－8 住宅の宅地内空き地。 施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日	
	・トレンチ導水管施工 ・雑排水経路№1
	・トレンチ導水管施工 ・雑排水経路№1
	・トレンチ導水管施工 ・雑排水経路№2
	・トレンチ導水管施工 ・雑排水経路№2

施工場所：パロ郊外 雑排水トレンチ工－9 住宅の宅地内空き地。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・トレンチ導水管施工
- ・雑排水経路№1・№2合流→分水桝へ

施工場所：パロ郊外 土壌脱臭床工－1 住宅のセプティックタンク上部。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・土壌脱臭床工
- ・セプティックタンク上部配管マーキング作業



- ・土壌脱臭床工
- ・仮配管設置(位置確認)



- ・土壌脱臭床工
- ・土留レンガ施工状況



- ・土壌脱臭床工
- ・脱臭配管施工状況

施工場所：パロ郊外 土壌脱臭床工－2 住宅のセプティックタンク上部。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・土壌脱臭床工
- ・毛管礫充填状況



- ・土壌脱臭床工
- ・毛管礫充填完了



- ・土壌脱臭床工
- ・毛管網敷設完了



- ・土壌脱臭床工
- ・被覆土壌改良(トレンチ被覆土壌同様)
- ・混合状況

施工場所：パロ郊外 土壌脱臭床工－3 住宅のセプティックタンク上部。

施工期間：2013年1月22日 完了日：2013年1月26日



- ・土壌脱臭床工
- ・被覆土壌改良(トレンチ被覆土壌同様)
- ・混合完了



- ・土壌脱臭床工
- ・改良土壌充填状況



- ・土壌脱臭床工
- ・改良土壌充填完了



- ・土壌脱臭床工
- ・芝張り完了