

## 高レベル放射性廃棄物処分の事業化技術 —その5 地上施設の設計—<sup>†</sup>

土野 進<sup>1</sup> 駒田広也<sup>2</sup> 植田浩義<sup>3</sup> 川上 進<sup>3</sup> 高尾 肇<sup>4</sup>

人工バリアの製作および地下施設の操業・建設において付隨的に必要な地上施設とその機能条件を抽出し、地上施設の設計条件を示した。地上施設で行われる、廃棄体受け入れ・封入・検査工程を検討し、工程ブロックフロー、ガラス固化体のオーバーパックへの封入ライン概念および、廃棄体受け入れ・封入・検査施設の全体概念図を示した。また、緩衝材の製作・検査工程を検討し、一体型緩衝材の製作・検査工程ブロックフロー図を示した。さらに、付隨する、埋戻し材の製作・検査施設、中央管理棟、地上換気設備、地上排水設備、廃棄物処理施設、ユーティリティー施設、保安施設、ズリ置場、コンクリートバッチャープラントについてもその概要を示した。最後に地上施設全体のレイアウトまとめレイアウト図を示すと共に、全体施設景観鳥瞰図を示した。

**Keywords:** 地層処分、地上施設、オーバーパック、緩衝材、廃棄体受け入れ、検査、レイアウト、附帯施設

The design conditions of ground facility for high level radioactive waste disposal were shown under considering of construction and operating of the ground facility and manufacturing of the engineered barrier system. Overpacksystem, which include the process of waste reception, encapsulation and inspection, were considered. Then the process flow and the design of facility of Overpacksystem were presented. Father more, The manufacturing and inspection systems of buffer materials were studied. Then the process flow was shown. The out line of the incidental facilities was shown. That is the manufacturing facility of the backfiring material, the central operation center, the ventilation facility for the ground facility, the draining facility, the utility facility, the safety management facility, the field of soil excavated and the concrete's batcher plant. Finally, the layout of whole facility and the bird-eye view was shown.

**Keywords:** geological disposal, ground facilities, over pack, buffer material, reception of wastes, inspection, layout, incidental facilities

### 1 はじめに

本特集では、「高レベル放射性廃棄物処分の事業化技術」として、処分の実施主体が行う処分サイト選定、地質・地下水特性調査、施設設計、安全評価、施設建設、廃棄体埋設、施設閉鎖など、一連の処分事業を模擬的に机上で検討した。高レベル放射性廃棄物地層処分施設には、地上にも廃棄体受け入れ施設などの重要施設が建設されることになる。

本設計により施設概念を具体化することは、高レベル放射性廃棄物処分の事業化に当たっての今後の課題を明らかにし、また、経済性評価を行う際の前提となる条件を提示することを可能とするものである。

本報告(その5)では、(その4) 人工バリアの製作、(その6) 地下施設の建設、(その7) 廃棄体の埋設などに付隨的に必要な地上施設の概念設計を行いそれを例示した。本報告では高レベル放射性廃棄物の地層処分に際する地下施設に対応して、地表に設置される地上施設の機能とその内容について検討し、レイアウトを示し、その施設概念を示したものである。

<sup>†</sup> Execution techniques for high-level radioactive waste disposal: V The conceptual formation of facilities on the ground including incidental facilities and the layout of facilities, by Susumu Tsuchino (tsuchino@criepi.denken.or.jp), Hiroya Komada, Hiroyoshi Ueda, Susumu Kawakami and Hajime Takao

1 (財)電力中央研究所 Central Research Institute of Electric Power Industry 〒270-1194 我孫子市我孫子 1646

2 東京電力(株) Tokyo Electric Power Company 〒100-0011 千代田区内幸町 1-1-3

3 石川島播磨重工業(株) Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co.,Ltd. 〒235-8501 横浜市磯子区新中原町 1

4 日揮(株) JGC Corporation 〒220-6001 横浜市西区みなとみらい 2-3-1

### 2 地上施設の設計の基本的考え方

高レベル放射性処分廃棄物地層処分施設は大きく分けて、地層処分場における処分施設及びその関連施設と廃棄体輸送に関わる、港湾施設、輸送道路とその関連施設より構成される。本報告における地上施設は、地下処分施設の上部地表に、設置される受け入れオーバーパック施設、アクセス坑道建屋を中心とした各種地上施設を示したものである。

(その4) および (その6) で記述した人工バリアの製作、地下施設の建設、廃棄体の埋設等に付隨的に必要な地上施設とその機能条件を抽出し、各施設に必要な設計条件を Table 1 にまとめた。本稿では、これらの設計条件を満足するために必要な主要設備の能力、台数等を概略設計し、施設規模を求めた。

### 3 廃棄体受け入れ・封入・検査施設

処分場全体での廃棄体の移動は Fig.1 に示すようなフローになる。このうち、地上設置される廃棄体受け入れ・検査施設では以下の工程を行う施設が必要になる。すなわち、① 輸送容器の受け入れ及び一時保管② 輸送容器からのガラス固化体の抜き出し③ ガラス固化体の検査④ 輸送容器の検査及び輸送容器の払い出し⑤ 空オーバーパックの搬入⑥ ガラス固化体のオーバーパックへの封入 ⑦ 廃棄体の検査 ⑧ 廃棄体の搬送から成り、これらの施設を 1 個の建屋に収納した場合の全体概念図を示した。また、Fig.2 にはガラス固化体のオーバーパック

Table 1 Design condition of the ground facilities

施設名	設計条件
廃棄物受け入れ・封入・検査施設	処理能力：5本／日 廃棄物仕様：炭素鋼単体オーバーパック（厚さ18cm） 空オーバーパック：空オーバーパックは事業所外にて製作し受け入れるものとする。 アクセス方式：斜坑、立坑
緩衝材の製作・検査施設	処理能力：5体／日 緩衝材仕様：ペントナイト：砂=4:1 密度 2.0 t/m <sup>3</sup>
埋戻し材製作・検査施設	処理能力：20000 m <sup>3</sup> /日 埋戻し材仕様： (上部埋戻し材) ペントナイト：砂：礫=5:2:3 (下部埋戻し材) ペントナイト：砂：礫=2:2:6
中央管理棟	制御用操作盤：5台 ワークステーション：2台
地上換気施設	処理能力： 堆積岩 1000 m <sup>3</sup> /min (廃棄物定置坑道用換気設備) 1000 m <sup>3</sup> /min × 2 (掘削、埋戻し坑道用換気設備) 花崗岩 750 m <sup>3</sup> /min 廃棄物定置坑道用換気設備 750 m <sup>3</sup> /min × 2 (掘削、埋戻し坑道用換気設備)
地上排水施設	地下施設からの排水処理能力： 81.4 m <sup>3</sup> /min (花崗岩縦置き定置方式) 35.9 m <sup>3</sup> /min (堆積岩縦置き定置方式) 18.9 m <sup>3</sup> /min (堆積岩横置き定置方式)
廃棄物処理施設	45缶(200リットルドラム缶換算/年、固体廃棄物) 12m <sup>3</sup> /日 (液体廃棄物)

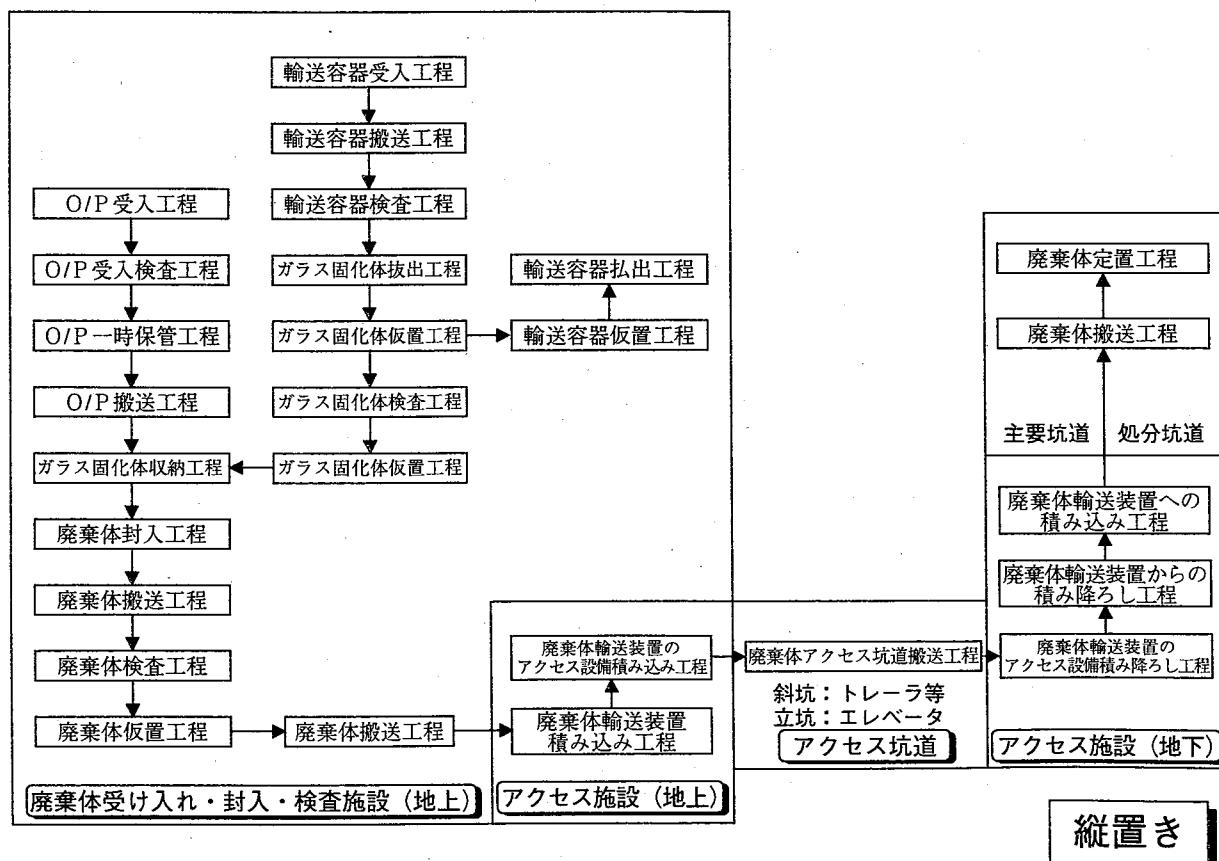


Fig.1 Process flow diagram of operating the waste (receiving, encapsulation, inspection, emplacement)

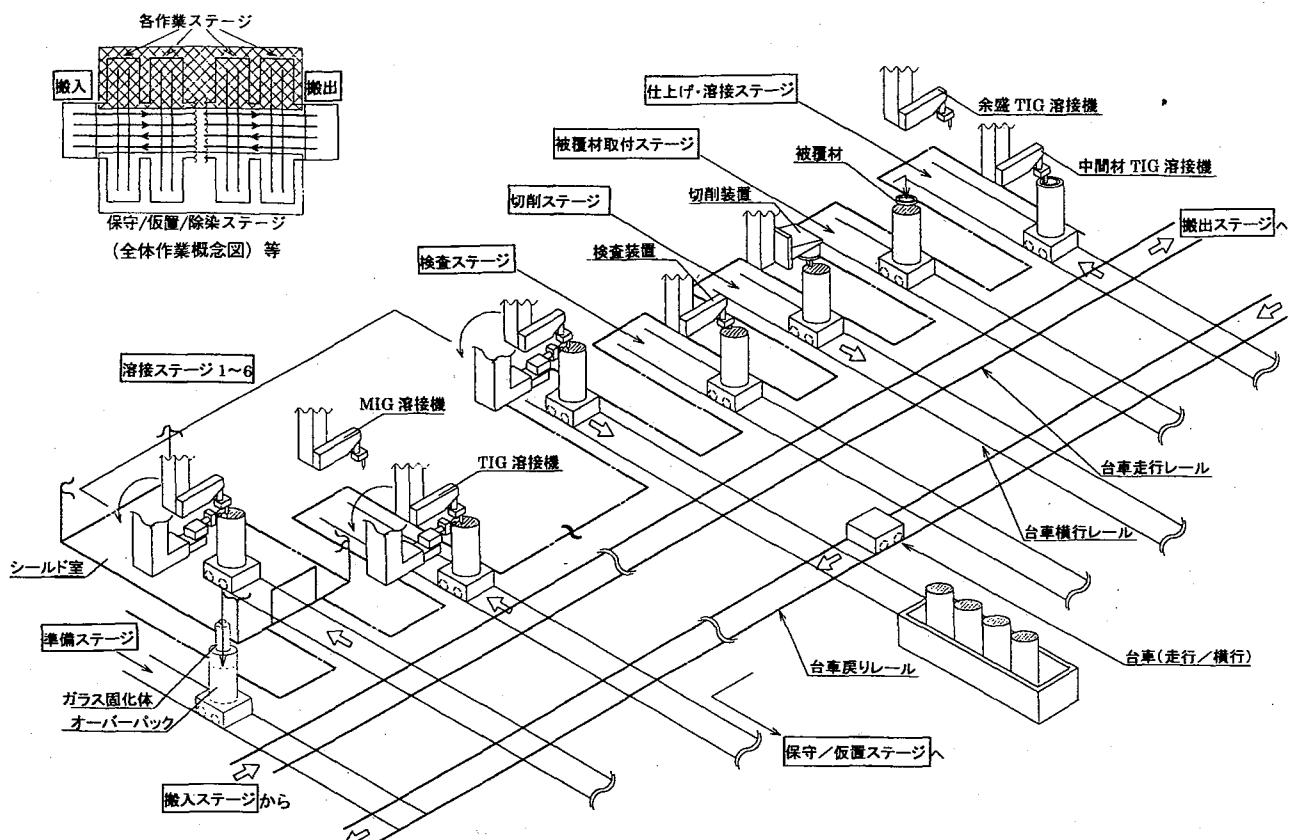


Fig.2 Encapsulation line of waste

への封入ラインを模式的に図化した。

#### 4 緩衝材の製作・検査施設

本施設は、人工バリア仕様を満足する緩衝材の製作及び検査を行う施設であり、製作設備、検査設備、保管設備より構成される。

緩衝材の成形は製作時の品質管理が重要であり、かつ、搬入（搬送）時に伴う不良品の発生を防ぐため、地上施設の一部の設備とすることを前提とした。

製作設備は、緩衝材原料を受け入れ緩衝材を製作する設備である。緩衝材の製作は材料調整工程、材料充填工程、成形加圧工程、緩衝材取り出し工程、加工工程から成り、主要な設備として、含水比測定設備、計量設備、混合設備、移送設備、成形加圧設備、型移送設備、緩衝材取り出し設備、緩衝材移送設備、型清掃設備等が配置される。

検査設備は、製作された緩衝材が所定の仕様を満足しているかどうか検査する設備である。主要な設備としては、重量測定設備、寸法測定設備等が配置される。

保管設備は、検査に合格した緩衝材を保管する設備である。

緩衝材は製作方法の違いにより、一体型緩衝材、ブロック型緩衝材の二つに分けられるが、この二つのタイプ

の緩衝材について検討を行った。Fig.3 に一体型緩衝材の製作・検査工程のブロックフローの例を示す。

#### 5 その他の施設

##### 5.1 埋戻し材の製作・検査施設

本施設は、処分坑道及びアクセス坑道の埋戻しに使用する材料の製作、検査を行う施設であり、製作設備、検査設備、保管設備より構成される。

##### 5.2 中央管理棟

本施設には、施設内管理者および従事者の居室、事務所ならびに操業中（地下施設においては建設・操業・埋戻しが錯綜して行われる）の放射線管理、安全管理設備の重要な情報の一括管理設備を有する。本施設が管理すべき処分場の機能項目は、操業（地下施設の建設・埋戻しを含む）に関する生産管理、設備管理、計量管理、運転管理、安全管理、一般事務管理である。

##### 5.3 地上換気設備

本施設は、地下施設からの排気処理と地下施設へ送気を行うことにより地下施設の換気を行う施設である。ここでは、換気の対象を廃棄体定置坑道からの排気と掘削・埋め戻し坑道からの排気に分け、Table 1 に示した設計条件に沿って、それぞれの換気施設の検討を行った。

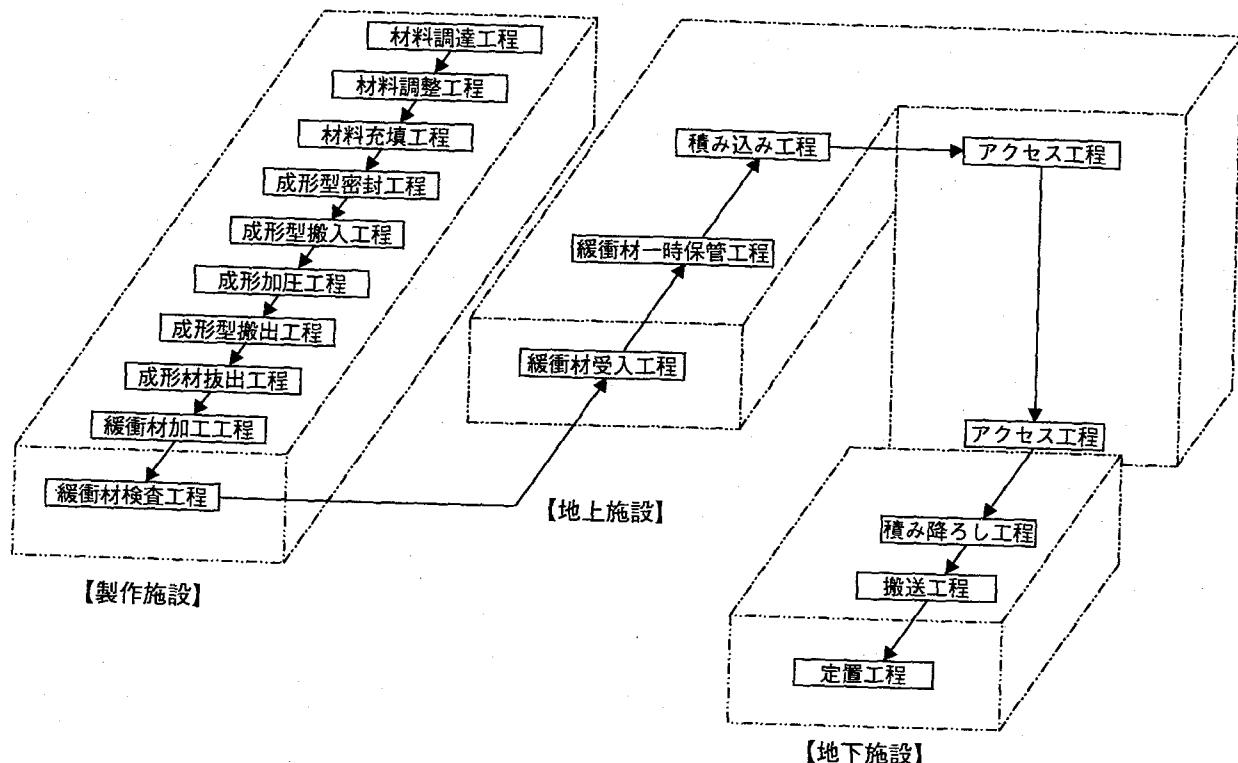


Fig.3 manufacturing flow diagram of the buffer block as one body type

#### 5.4 地上排水設備

地上排水施設は、対象とする排水の種別により、地下施設内排水処理施設、生活排水処理施設、雨水排水処理施設に大別される。

地下施設内排水処理施設は、地下施設からの排水を処理する施設である。

#### 5.5 廃棄物処理施設

処分の操業中には各種廃棄物の発生が想定される。発生する廃棄物は、液体廃棄物、固体廃棄物、気体廃棄物に大別される。

液体廃棄物としては、廃棄体受け入れ・検査施設で発生する排水や、放射線下での作業時に使用した衣類の洗濯により発生する洗濯排水等が考えられる。また、地下施設からの排水も、液体廃棄物となりうる。ただし、ここでは、地下施設からの排水は、地上排水施設で処理が行われるとした。

固体廃棄物としては、その種別として、金属類、可燃物、不燃物が考えられる。固体廃棄物は、ドラム缶等に入れ、セメント等で充填した後、保管するものとした。

気体廃棄物は、各施設の換気設備にて適切な処理が行われる。万一、放射性物質の漏洩によって、空気が汚染された場合、適切な処理がなされるように設計する。

#### 5.6 ユーティリティ施設

ユーティリティ施設は、処分場の建設、操業、閉鎖等に必要なユーティリティーを供給する施設である。ユーティリティーとして電力、上水、工業用水、スチーム等が必要である。設備としては、受変電設備、送水塔、スチームボイラ、燃料タンクが考えられる。

#### 5.7 保安施設

保安施設には、安全管理施設と放射線管理施設がある。安全管理施設には守衛所、防消火施設等設置される。放射線管理施設は、一般公衆及び放射線業務従事者等に対して放射線被ばくを合理的に達成できる限り低くするよう設置されるもので、出入り管理関係設備、試料分析関係設備、放射線監視設備、個人管理用設備及び防護具類で構成される。

#### 5.8 ズリ置き場

地下の処分坑道、立坑等の掘削で発生するズリは、埋戻し材料として再利用することが可能である。したがって、発生するズリの仮置き場として、地下処分施設の概ね1パネル分の発生ズリ容量を有すれば良い。この容量に対して、650 m × 650 m の面積が必要である。残土処理に関しては埋め戻し材への再利用他閉鎖後の緑化伏土に使用し処分施設内処理を行う。

### 5.9 コンクリートバッチャープラント

コンクリートバッチャープラントは処分場の建設に必要なコンクリート量に対し十分なコンクリート量を供給する必要である。コンクリートバッチャープラントには、骨材を保管する砂ストックヤード、砂利ストックヤード、セメントを保管するセメントサイロ、コンクリート製作に伴い発生する濁水を処理するための沈殿槽が設けられる。

### 6 地上施設の全体レイアウト

以上の検討結果をもとに、動線をできるだけ短縮するようにして、地上施設のレイアウトを検討した。Fig.4, Fig.5 に地上施設の鳥瞰図およびレイアウトを示す。

### 7 まとめ

人工バリアの製作、地下施設の建設、廃棄体の埋設等に付随的に必要な地上施設の概略設計を行い以下のような主な結果を得た。

① 地上施設のうちで主要な施設となる廃棄体受け入

れ・検査施設は、輸送容器からのガラス固化体の抜き出し、ガラス固化体のオーパーパックへの封入、廃棄体の検査等を行う施設である。この施設は、既存の原子力発電所および六ヶ所高レベル廃棄物貯蔵管理センターにおける使用済み燃料のキャスクへの封入施設、使用済み燃料貯蔵等における技術の延長上として、基本的に設計が可能である。

- ② 本報告では、緩衝材は原位置での締め固めではなく、地上で一体型あるいはブロック型に製作して、地下処分場に設置する方式を取っている。したがって、地上で緩衝材を製作するシステムの概念を構築した。
- ③ 地下の処分坑道、立坑等の掘削で発生するズリを選択して、埋戻し材として再利用することを想定している。したがって、その発生するズリの仮置き場として、地下処分施設のおおむね 1 パネル分の容量を収納する  $650\text{ m} \times 650\text{ m}$  の面積を設定した。
- ④ 地上におけるその他の施設として、埋戻し材の製作・検査施設、地上換気・排水施設、廃棄物処理施設、中央管理施設等の施設を地上に配置した。前記のズリ置き場を除いて、地上施設全体の所要面積は  $400\text{ m} \times 1000\text{ m}$  程度となった。

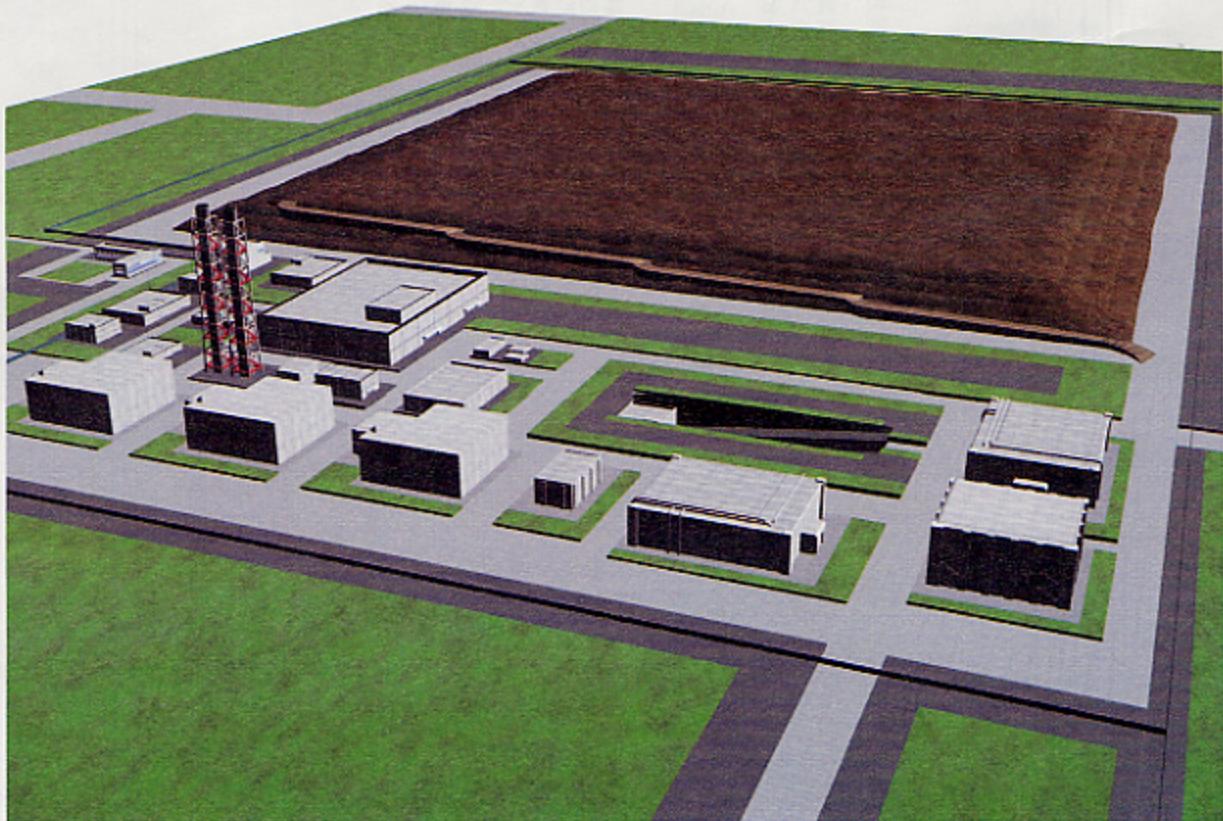


Fig.4 Bird view of the ground facilities

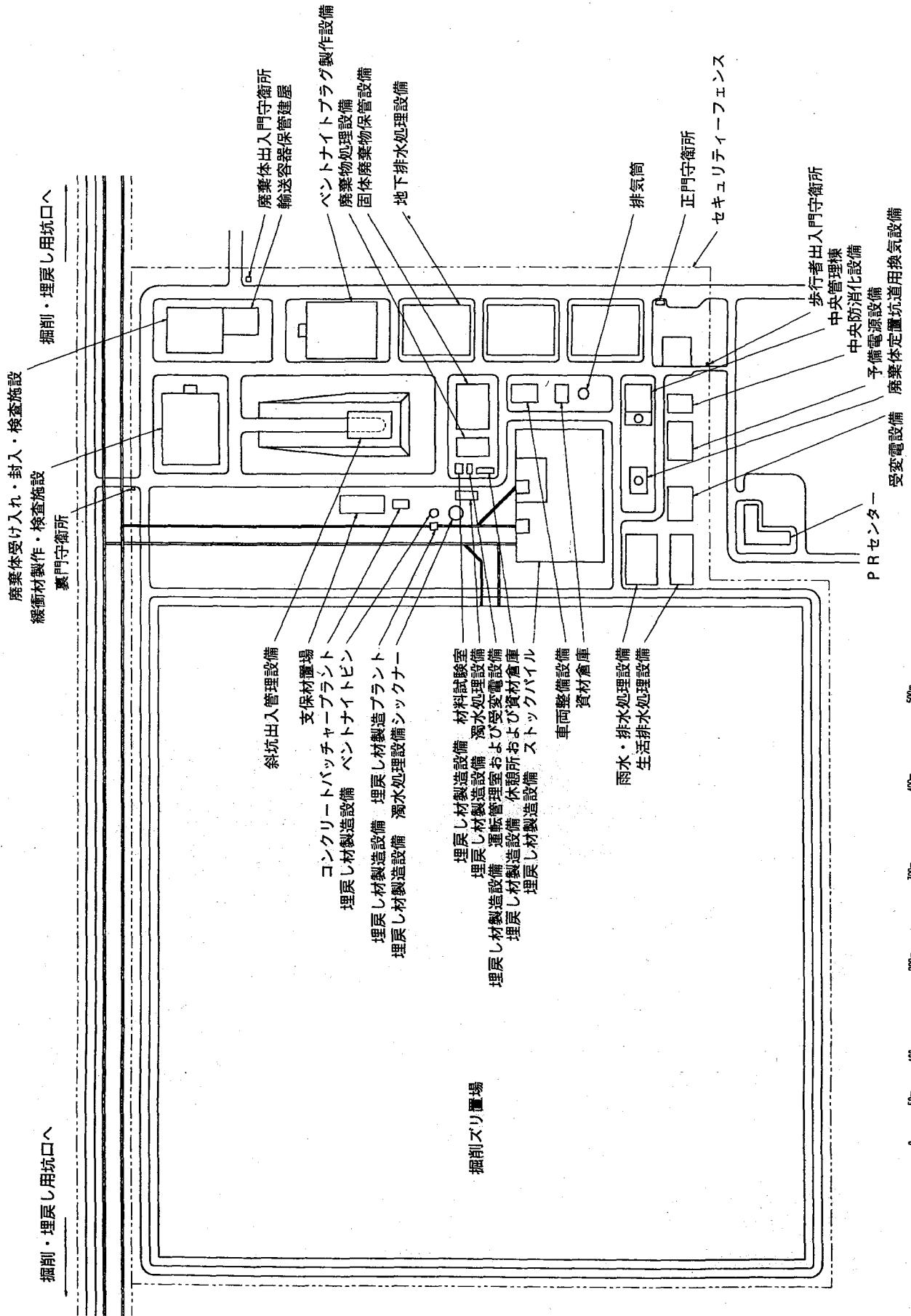


Fig.5 Layout of the ground facilities