

プラスチック製雨水地下 貯留浸透施設に関する共 同研究

研究第二部

藤田 喜彦



1 はじめに

プラスチック製雨水地下貯留浸透施設（以下、「プラ貯留施設」という。）は、浸水対策の一つの手法として近年その施工件数が著しく増加しており、特にここ数年では施工件数がプレキャストコンクリート製雨水貯留槽を越える状況にあり、製品構造は各メーカーで多様化が進んでいる。

しかし、各製品とも、標準的な設計指針等による長期物性評価は行われておらず、また強度の評価手法も確立されていないのが現状である。

このような状況から、プラ貯留施設を長期にわたって安心・安全に利活用していくためには一定の技術水準を満たしていることが求められており、設計・施工・維持管理における技術の確立を目的として民間企業と共同研究を行い、技術マニュアルを取りまとめた。

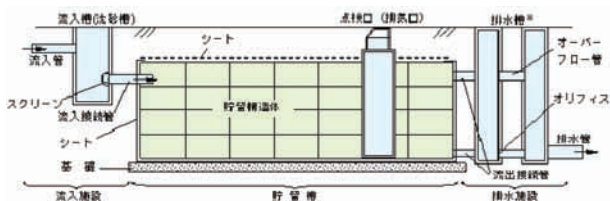


図-1 プラ貯留施設

2 技術マニュアルの概要

技術マニュアルは、本編、付属書、資料編から構成されている。

本編は、プラ貯留施設の設計、施工、維持管理について記述しており、付属書は、強度等試験方法について詳細を記述している。資料編は、各社製品性能詳細

とクリープや耐震試験の詳細、また、積算についてまとめている。

3 技術の概要

本研究では、従来の技術指針では不明確であった樹脂の特性を踏まえた設計方法や明示されていなかった施工・維持管理について言及している。そして、メーカーに適正な製品製造を促すとともに、設計者が的確に製品選択できる事を目指し、下記の事項を念頭にまとめた。

- ・プラスチックの物性（クリープ特性、耐久性等）に配慮（照査と確認で対応）
- ・設計者（自治体等）と製造者（メーカー）の役割の明確化
- ・設計・施工・維持管理について記載
- ・海外（英・仏）設計技術（基準・規格）との比較
- ・設計者にとって使いやすいマニュアルづくり

研究体制としては、(社)雨水貯留浸透技術協会、エバタ(株)、積水化学工業(株)、積水テクノ成型(株)、秩父ケミカル(株)、(株)シンシブロック、古河電気工業(株)、ミクニプラスチック(株)、(株)明治ゴム化成、本機構の計10者で行った。

4 研究内容

4.1 設計手法の検討

プラスチックは、荷重を受けた状態で長期使用する

と徐々に変形する性質を有するため、貯留槽の設計にあたっては貯留構造体の強度や長期性能をはじめ、様々な項目について所定の性能を確保する必要がある。

そのため、設計項目として、必ず満足しなければならない照査項目と、さらなる安全性を追求するものとして条件を満足することが望ましい確認項目をそれぞれ設けた。

(1) 照査項目

照査項目は「強度」、「長期性能」、「耐震性能」の3点であり、設計において最も重要な項目である。

①強度の照査

設計した埋設条件において貯留構造体が受ける鉛直方向（死荷重+活荷重）および水平方向（水平方向荷重）に対し十分な強度を有しているか確認する。

$$\sigma_A < \sigma_c / \gamma$$

ここに、

σ_A ：鉛直方向の場合（死荷重+活荷重）

水平方向の場合（水平方向荷重）

σ_c ：貯留構造体のみなし比例限界応力

γ ：材料係数（材料のバラツキ等に対する安全率）

活荷重は、原則T-25荷重の自動車荷重とする。

②長期性能の照査

埋設された貯留構造体は長期にわたり荷重を受け続けるので、荷重により発生するひずみは十分小さくなくてはならないため、鉛直・水平両方向について長時間（1000時間）におよぶ載荷試験結果から外挿した50年後の想定ひずみ量と設計値を比較し、ひずみが1%以下であること、かつ設計時の荷重が長期ひずみ試験時の載荷荷重以下であることを照査することとした。条件を以下に示す。

1) 鉛直方向

$$\begin{aligned} &50\text{年相当ひずみ} - 10\text{時間相当ひずみ} \\ &\leq 1\% \end{aligned}$$

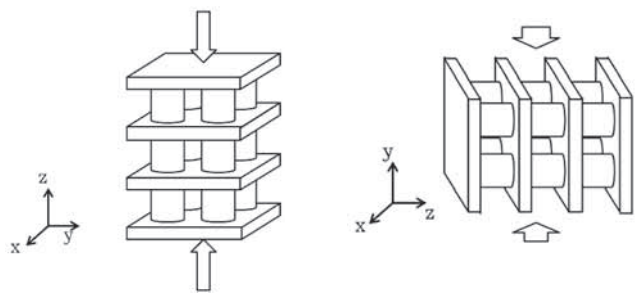
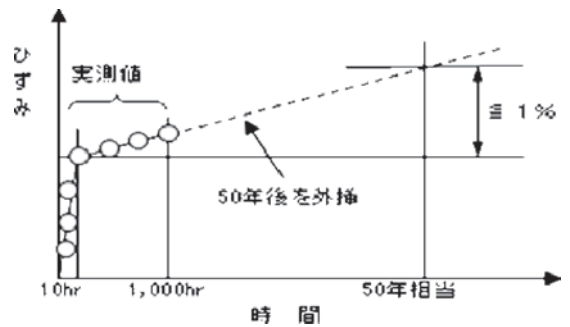
2) 水平方向

$$\begin{aligned} &50\text{年相当ひずみ} - 10\text{時間相当ひずみ} \\ &\leq 1\% \end{aligned}$$

または

50年相当ひずみ/試験体の寸法

≦みなし比例限界時のひずみ



a) 鉛直方向強度試験

a) 水平方向強度試験

図-2 長期試験概略図

③耐震性の照査

交番載荷試験ならびにレベル2地震動を想定した動的解析から貯留槽幅の許容範囲を設定し、その範囲内に貯留槽がなければならないとする。

具体的には、交番載荷試験（実測）から得られる許容せん断変形角（ θ_{max} ）と動的解析による土中の変形角（ θ_{sim} ）を求め、土中の変形角（ θ_{sim} ）が許容せん断変形角（ θ_{max} ）が以下の場合、耐震性を有すると判断する。

$$\theta_{max} = (|\theta_{\tau max}| + |\theta_{\tau min}|) / 2$$

ここに、

θ_{max} ：許容せん断変形角

$\theta_{\tau max}$, $\theta_{\tau min}$ ：最大応力発生時のせん断変形角の80%値

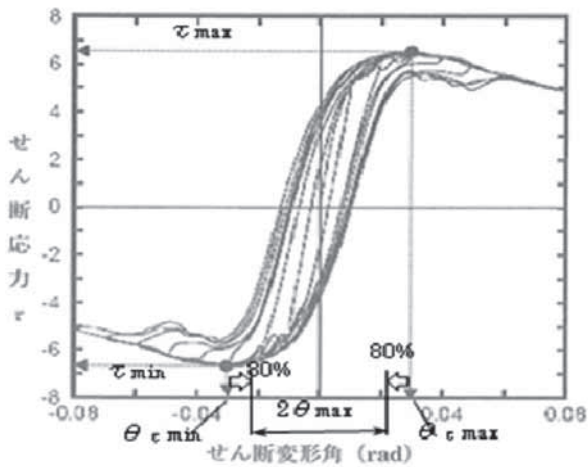


図-3 交番载荷試験

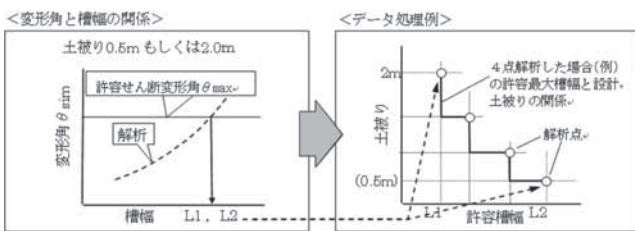


図-4 耐震性能試験結果のイメージ

(2) 確認項目

確認項目は、「FEM解析」、「第3次クリープ発生応力」、「化学的耐久性」、「貯留構造体の均一性」、「樹脂の均一性」の5点とし、より安全性の高いレベルで設計できるようにした。

①FEM解析

貯留構造体の応力分布から局所的な応力集中の状態

を把握するために行うもので、貯留構造体に働く引張応力が樹脂の引張降伏応力や3次クリープ発生応力を超えないことを確認する。図-5にFEM解析結果例を示す。

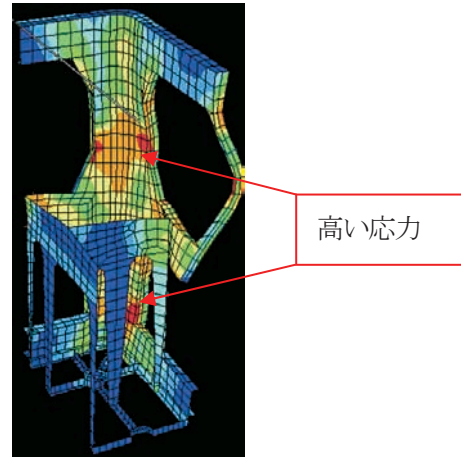


図-5 FEM解析結果例

②第3次クリープ

一般にプラスチック材料（熱可塑性樹脂）は、長時間のクリープ環境下にあると、ある時を境に急激にひずみが増大し、破壊に至ることがある。そこで、常温50年相当において第3次クリープが発生する応力値を求め、FEM解析において貯留構造体にその応力を超える応力が局所的に発生していないことを確認する。図-6にクリープ曲線を示す。

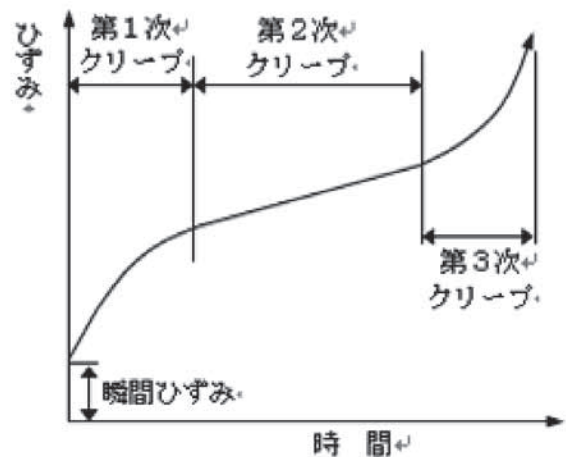


図-6 クリープ試験

③化学的耐久性

貯留構造体は、工場で生産されてから埋設完了に至るまで、日光や温度変化の条件下におかれ、施設供用

中は流入する水質の影響を受け続けることとなる。このような環境下にあっても所定の強度が維持されている必要があることから、以下の項目を確認する。

- 1) 耐薬品性
- 2) 耐光性
- 3) 耐熱劣化性と耐低温性

④貯留構造体の均一性

貯留構造体の製品品質によって、照査および確認を再度行う必要が生じることのないよう、以下の項目について貯留構造体の品質の均一性を確認する。

- 1) 構成部材の質量
- 2) 構成部材の寸法

⑤樹脂の均一性

貯留構造体の成形材料となるプラスチックの品質によって、照査および確認を再度行う必要が生じることのないよう、以下の項目について貯留構造体の成形材料となる樹脂の均一性を確認する。

- 1) 強度
- 2) 密度
- 3) MFR (Melt Flow Rate)
- 4) 品番および樹脂均一性関連データ

4.2 施工

施工に関するトラブルも存在するにもかかわらず、これまでの技術資料では維持管理に関するものがなかった。本研究では、

- 1) 埋戻し工
- 2) シートの敷設
- 3) 品質管理

特に等に注意し、施工工程全般につき詳細に見直しを行った。

4.3 維持管理

プラ貯留施設は、その特徴からメンテナンスが必ずしもやり易い構造でなく、これまでの技術資料でも維持管理に関するものが整理されていない。

そのため、本研究では、

- 1) 点検
- 2) メンテナンス
- 3) 施設台帳の作成および保管

- 4) 維持管理記録の保管
 - 5) 災害および事故対策
- について整理を行った。

特に浸透施設では、目詰まりにより浸透機能が低下し、湛水状態のままであったりすることもあるので注意が必要である。

4.4 海外との比較

プラ貯留施設の採用が早く使用実績の多い仏・英国の状況について調査したところ、現在、両国とも貯留構造体の設計基準および試験方法の規格等について改定中であり、確立途上にあった。そこで、改定前の規格と比較したところ、長期性能の評価方法が異なっている（日本はひずみで評価、仏・英は応力で）ことや、地震時荷重に対する規定がないこと等が日本との大きな違いであることが明らかとなったが、総合的に評価したところ三者の規格は概ね同程度の水準にあると考えられる。

4.5 その他

設計者が製品選定に活用しやすいように、照査項目である「強度の照査」、「強度の長期性能の照査」、「耐震性能の照査」に用いる許容値を関係する試験結果とともに各メーカ製品性能をまとめた。また、確認項目である「FEM解析」「第3次クリープ発生応力」「化学的耐久性」「貯留構造体の均一性」「樹脂の均一性」についても試験結果および解析結果を図など入れながら整理した。

5 おわりに

本技術マニュアルでは、プラ貯留施設をとりまく現状の課題や特性を踏まえて、技術マニュアルとしてとりまとめた。

現在、50年後を想定した長期性能予測については確立された理論がないため、連続的に荷重をかけた際の製品の変形量により、その性能を予測している。今後は、さらに研究を進め、より精度を上げていく努力が必要であり、リサイクル材の信頼性向上のためにも、さらに、継続して安全安心のためにレベルアップが必要である。