

JAERI-M

8929

原研東海研究所における海洋処分用均一
セメントパッケージの製作と品質管理

1980年7月

服部 洋司良・藤崎 説男・宇佐美 淳・森下 哲
小松 茂・水本 実・二ツ川 章二^{*}・亀井 和夫

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問合せは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

原研東海研究所における海洋処分用均一セメントパッケージの製作と品質管理

日本原子力研究所東海研究所保健物理部
服部洋司良・藤崎 説男・宇佐美 淳
森下 悟・小松 茂・水本 実
二ツ川章二^{*}・龜井 和夫

(1980年6月5日受理)

日本原子力研究所東海研究所廃棄物処理場では、1977年度から試験的海洋処分を目的とした均一セメントパッケージを製作しており、1979年度末までに延べ約1,000本のパッケージを完成した。海洋処分用パッケージはNEA海洋投棄用パッケージ指針および国内の規則に基づいて製作される。そのためには、製作工程において適正な品質管理が実施されねばならない。

本報告書は、東海研究所における1977年度から1979年度までの試験的海洋処分用均一セメントパッケージの製作と品質管理について述べたものである。

*：外来研究員、日本アイソトープ協会

Practice of producing cement packages for sea dumping and
their quality control in Tokai Research Establishment, JAERI

Yoshiro HATTORI, Setsuo FUJISAKI, Jun USAMI,
Satoru MORISHITA, Shigeru KOMATSU, Minoru
MIZUMOTO, Shoji FUTATSUKAWA^{*} and Kazuo KAMEI

Division of Health Physics,
Tokai Research Establishment, JAERI
(Received June 5, 1980)

The production of cement packages for the exploratory sea dumping has been carried out at Waste Disposal and Decontamination Section, Tokai Research Establishment, JAERI. And around 1,000 packages were completed until 1979.

The production practice were conducted based on NEA guidline and domestic regulation. In order to meet the guidline and regulation, consistent quality control is necessary to the production procedure.

This Report describes about the procedure and quality control that were practiced from 1977 to 1979 in Tokai Research Establishment.

Keywords: Cement Package, Exploratory sea Dumping, NEA Guideline,
Quality Control

* On Leave from Japan Radio Isotope Association.

目 次

1.	まえがき	1
2.	固化対象廃液の種類と発生量	2
3.	セメントパッケージの製作	2
3.1	固化装置	2
3.2	材 料	3
3.3	配 合	3
3.4	運転モード	3
3.5	養 生	3
3.6	キャッピング	4
3.7	パッケージの形態	4
3.8	パッケージの作製実績	4
4.	材料と固化装置などの品質管理	4
4.1	品質管理の概要	4
4.2	材料の管理	5
4.3	固化装置の運転管理	6
4.4	養生の注意	7
4.5	キャッピングの注意	7
4.6	標識, 表示	8
5.	パッケージの品質検査	8
5.1	放射線量率	8
5.2	比重(重量)	8
5.3	表面汚染	9
5.4	圧縮強度	9
5.5	外 観	10
6.	記 錄	11
7.	保 管	11
8.	輸送の準備	11
9.	あとがき	11

Contents

1	Introduction	1
2	Property of Liquid Waste and Its Amount	2
3	Production procedure of Cement Packages	2
3.1	Cementing facility	2
3.2	Materials	3
3.3	Composition	3
3.4	Operation mode of cement mixer	3
3.5	Curing	3
3.6	Capping	4
3.7	Form of Cement package	4
3.8	Total amount of solidified liquid waste	4
4	Quality control for material and Cementing facility	4
4.1	Outline of quality control	4
4.2	Control for material	5
4.3	Control for Cementing facility	6
4.4	Caution of Curing	7
4.5	Caution of Capping	7
4.6	Marking	8
5	Measurement and Inspection for cement package	8
5.1	Radiation Levels	8
5.2	Specific gravity (Weight)	8
5.3	Surface contamination	9
5.4	Compressive strength	9
5.5	External appearance	10
6	Record	11
7	Storage	11
8	Preparation for transport	11
9	Conclusion	11
- References -		

1. まえがき

放射性廃棄物の海洋処分に関する法律、規則などが整備されると共に、投棄体の作製基準も明確となり、処分海域の調査および処分に関する環境安全評価が実施されるなど、海洋処分に向けての準備が進められている。海洋処分については、処分海域が人間の環境から遠く離れたものであるにしても、それによる人間への障害ができる限り小さくなければならないのは当然である。したがって、投棄体については、国内および国際的に定められている規則、指針等を満足する仕様である必要がある。また、適正な品質管理のもとに製作されたものでなければならぬ。投棄体の製作および品質管理に主に関係する国内および国際的な規則および指針は次のとおりである。

- 1) 核燃料物質等の工場又は事業所の外における廃棄に関する規則、昭和53年12月28日、総理府令第56号（以下、総理府令第56号と記す。）
- 2) 核燃料物質等の工場又は事業所の外における廃棄に関する措置等に係る技術的細目を定める件、昭和53年12月28日、科学技術庁告示第9号（以下、告示第9号と記す。）
- 3) 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則および同告示 総理府令第56号および告示第4号 昭和54年3月7日改正
- 4) 試験的海洋処分用低レベル放射性廃棄物のセメント固化体に関する暫定指針 環境安全専門部会 1973年6月25日（以下、暫定指針と記す。）
- 5) Guidelines for Sea dumping Packages of Radioactive waste OECD/NEA 1979年4月改訂（以下、NEAガイドラインと記す。）
- 6) 低レベル放射性廃棄物の試験的海洋処分に関する調査研究報告書（財）原子力環境整備センター 1976年度版、77年度版、78年度版（以下、原子力環境整備センター報告書と記す。）

日本原子力研究所東海研究所廃棄物処理場（以下 処理場と記す。）では、1977年度から暫定指針に適合する海洋処分用均一セメントパッケージ^{*}（以下、セメントパッケージまたはパッケージと記す。）を製作し始め、その後関係機関によってパッケージの基準が明確にされるにつれて、それに適合するように改良が加えられつつ、現在に至っている。これらのパッケージは、蒸発濃縮液、化学処理（凝集沈殿処理）スラッジおよび貯槽内残渣などをセメント固化したもので、1979年度末までに約1,000本完成している。

本報告書は、処理場におけるセメントパッケージの製作と品質管理について、従来の方法およびパッケージの品質検査結果についてまとめたものである。ここで言う品質管理とは、固化対象廃液と固化材料の管理、固化装置の運転管理、パッケージの品質検査および記録などのことである。もとより、固化対象廃液と固化材料および固化装置の管理が正常になされていれ

* : 本報では容器と内容物を合わせたものを示す場合はパッケージと記し、内容物のみを示す場合は固化体と記す。

ば、パッケージ自体の品質については問題がないはずである。本来、品質管理は、ここに主眼をおいて実施すべきであるが、処理場では確認の意味を含めて完成したパッケージの超音波伝播速度試験法による非破壊試験なども実施している。また、パッケージの製作と品質管理とは切り離して考えるべきものではなく、両者を一体と考え、適正な品質管理のもとに製作すべきものである。したがって、両者を区別して記すことは適切でないと思われるが、本報告書では、その方が解説しやすいと思われたので一応区別してある。

2. 固化対象廃液の種類と発生量

東海研究所においてセメント固化の対象となっている廃液は、蒸発濃縮液、沈殿物（化学処理スラッジ、貯槽内残渣）および原廃液（特に減容のための処理をしていない無機廃液）である。これらの廃液の処理系統および発生量については Fig. 1 に示すとおりである。また、Table 1 に廃液の性状の概略を示す。

なお、これらの廃液の詳細な性状、特に、核種、放射能濃度、塩の種類と濃度などについては、別に報告書を作成する予定であるので、ここでは詳細に述べない。

3. セメントパッケージの製作

3.1 固化装置

東海研においてセメントパッケージの製作に用いられている固化装置は、処理場の廃液処理建屋に 1973 年に設置されたもので、主な仕様は次のとおりである。

ミキサー：バッチ式アウトドラム型強制練りミキサー、KYC 光洋機械工業(株)製 K N R - 500、混練り容量 0.5 m^3 、回転数 34 RPM。

廃液供給槽：容量 1.0 m^3 、廃液は空気で攪拌できる。

セメントホッパー：容量 560 Kg、ロータリフィーダ付。

反転機：容量 300 Kg、容器 200L ドラム缶、骨材投入用。

なお、反転機は汚染したスラッジをミキサーに投入するとき、また、200 L ドラム缶に計量したセメントをミキサーに投入するときにも用いることができる。当初はセメントをミキサーに投入するときは本反転機を使用したが、最近は、セメント移送機の改造によりセメントホッパーを通じて投入できるようになった。

また、本固化装置には、ミキサーおよび各槽からのベント、1 階および 3 階フードからの排気系がある。これらは、排気フィルターを通じて強制排気される構造である。

Fig. 2 に固化装置の配管系統を、Fig. 3 にミキサーの詳細を示す。

ば、パッケージ自体の品質については問題がないはずである。本来、品質管理は、ここに主眼をおいて実施すべきであるが、処理場では確認の意味を含めて完成したパッケージの超音波伝播速度試験法による非破壊試験なども実施している。また、パッケージの製作と品質管理とは切り離して考えるべきものではなく、両者を一体と考え、適正な品質管理のもとに製作すべきものである。したがって、両者を区別して記すことは適切でないと思われるが、本報告書では、その方が解説しやすいと思われたので一応区別してある。

2. 固化対象廃液の種類と発生量

東海研究所においてセメント固化の対象となっている廃液は、蒸発濃縮液、沈殿物（化学処理スラッジ、貯槽内残渣）および原廃液（特に減容のための処理をしていない無機廃液）である。これらの廃液の処理系統および発生量については Fig. 1 に示すとおりである。また、Table 1 に廃液の性状の概略を示す。

なお、これらの廃液の詳細な性状、特に、核種、放射能濃度、塩の種類と濃度などについては、別に報告書を作成する予定であるので、ここでは詳細に述べない。

3. セメントパッケージの製作

3.1 固化装置

東海研においてセメントパッケージの製作に用いられている固化装置は、処理場の廃液処理建屋に 1973 年に設置されたもので、主な仕様は次のとおりである。

ミキサー：バッチ式アウトドラム型強制練りミキサー、KYC 光洋機械工業（株）製 K N R - 500、混練り容量 0.5 m^3 、回転数 34 RPM。

廃液供給槽：容量 1.0 m^3 、廃液は空気で攪拌できる。

セメントホッパー：容量 560 Kg、ロータリフィーダ付。

反転機：容量 300 Kg、容器 200L ドラム缶、骨材投入用。

なお、反転機は汚染したスラッジをミキサーに投入するとき、また、200 L ドラム缶に計量したセメントをミキサーに投入するときにも用いることができる。当初はセメントをミキサーに投入するときは本反転機を使用したが、最近は、セメント移送機の改造によりセメントホッパーを通じて投入できるようになった。

また、本固化装置には、ミキサーおよび各槽からのペント、1 階および 3 階フードからの排気系がある。これらは、排気フィルターを通じて強制排気される構造である。

Fig. 2 に固化装置の配管系統を、Fig. 3 にミキサーの詳細を示す。

ば、パッケージ自体の品質については問題がないはずである。本来、品質管理は、ここに主眼をおいて実施すべきであるが、処理場では確認の意味を含めて完成したパッケージの超音波伝播速度試験法による非破壊試験なども実施している。また、パッケージの製作と品質管理とは切り離して考えるべきものではなく、両者を一体と考え、適正な品質管理のもとに製作すべきものである。したがって、両者を区別して記すことは適切でないと思われるが、本報告書では、その方が解説しやすいと思われたので一応区別してある。

2. 固化対象廃液の種類と発生量

東海研究所においてセメント固化の対象となっている廃液は、蒸発濃縮液、沈殿物（化学処理スラッジ、貯槽内残渣）および原廃液（特に減容のための処理をしていない無機廃液）である。これらの廃液の処理系統および発生量については Fig. 1 に示すとおりである。また、Table 1 に廃液の性状の概略を示す。

なお、これらの廃液の詳細な性状、特に、核種、放射能濃度、塩の種類と濃度などについては、別に報告書を作成する予定であるので、ここでは詳細に述べない。

3. セメントパッケージの製作

3.1 固化装置

東海研においてセメントパッケージの製作に用いられている固化装置は、処理場の廃液処理建屋に 1973 年に設置されたもので、主な仕様は次のとおりである。

ミキサー：バッチ式アウトドラム型強制練りミキサー、KYC 光洋機械工業(株)製 K N R - 500、混練り容量 0.5 m^3 、回転数 34 RPM。

廃液供給槽：容量 1.0 m^3 、廃液は空気で攪拌できる。

セメントホッパー：容量 560 Kg、ロータリフィーダ付。

反転機：容量 300 Kg、容器 200L ドラム缶、骨材投入用。

なお、反転機は汚染したスラッジをミキサーに投入するとき、また、200 L ドラム缶に計量したセメントをミキサーに投入するときにも用いることができる。当初はセメントをミキサーに投入するときは本反転機を使用したが、最近は、セメント移送機の改造によりセメントホッパーを通じて投入できるようになった。

また、本固化装置には、ミキサーおよび各槽からのペント、1 階および 3 階フードからの排気系がある。これらは、排気フィルターを通じて強制排気される構造である。

Fig. 2 に固化装置の配管系統を、Fig. 3 にミキサーの詳細を示す。

3.2 材 料

3.2.1 セメント

主として普通ポルトランドセメント (JIS R 5210) を用いた。また、試験的に高炉セメント (JIS R 5211) および耐硫酸塩セメント [JIS R 5210 (1978)] を用いた。耐硫酸塩セメント [秩父セメント(株)製] はセメントパッケージの品質改良に好結果を与えた (5.4 参照) ので 1980 年度から本格的に使用する予定である。なお、セメントは、40kg 入袋で購入し、処理場において計量して使用した。

3.2.2 骨 材

川砂 (那珂川産、最大寸法 5 mm) を使用した。人工軽量砂は絶乾状態または表乾状態で使用する必要があるため、処理場では埃の舞い上がりなどの障害があり使用しなかった。なお、セメントパッケージに骨材を使用したのは 1977, 1978 年度の 2 年間のみで、1979 年度は使用しなかった。

3.2.3 容 器

容器は、JIS Z 1600 [鋼製オープンドラム 200 ℥] に定める H 級を使用した (肉厚 1.6 mm)。本ドラム缶は、東邦シートフレーム(株)で製作され、100 本単位で納入された。塗装は、外側についてメラミン樹脂塗料焼付 (黄色)、内面についてエポキシ塗料焼付である。RIマーク、事業所名などの標識および表示は、製造元で記してから納入された。

3.3 配 合

配合については、ミキサーの容量から 1 バッチあたりセメントパッケージ 2 本分とし、減容性をできる限り高くする一方でパッケージの品質が基準値を満足することを考慮して定めた。従来の配合を Table 2 に示す。

3.4 運転モード

品質のバラツキの少いパッケージを製作するために、固化装置の運転モードを定めた。骨材を使用した場合の運転モードおよび骨材を使用しなかった場合の運転モードを Fig. 4 に示す。この運転モードは試験練りによって定めたものである。

3.5 養 生

充填された直後のパッケージは、固化装置に比較的近い場所の養生エリアにおいて養生した。養生中は、パッケージの周囲に柵を設け、関係者以外の者がみだりに触れないようにした。養生期間は約 1 ヶ月とした。養生中のパッケージを photo. 4 に示す。

3.6 キャッピング

約3週間養生したパッケージは、上部空間を埋めるためキャッピングを施した。キャッピングに用いた材料は、コンクリートまたはセメントミルクである。1977年度および1978年度に製作したパッケージ（鉄筋を用いたもの）についてはコンクリートとし、その配合は、普通ポルトランドセメント350Kg/m³、砂650Kg/m³、砂利（最大寸法25mm）990Kg/m³、水170Kg/m³（単位量）とした。1979年度に製作したパッケージについてはセメントミルクとし、その配合は、固化体と同じ水セメント比（W/C = 0.42）とした。1979年度に製作したパッケージは、固化体自体がキャッピングを要しないほどに充填されているので、前の年よりもキャッピングを減らせた。

3.7 パッケージの形態

1977、1978年度に製作したパッケージの形態をFig. 5に示す。また、1979年度に製作したパッケージの形態を1977、1978年度に製作したパッケージと比較してFig. 6に示す。^{*}1979年度に製作したものに鉄筋およびキャッピングが施していないのは、減容性を向上させるためと、国内法規およびNEAガイドラインなどと照らし合わせても、この形態のパッケージで特に問題がないことによる。

3.8 パッケージの作製実績

1977年度から1979年度までに製作したセメントパッケージの作製実績をTable 3に示す。

4. 材料と固化装置などの品質管理

4.1 品質管理の概要

セメントパッケージを製作する上での品質管理は、材料（固化対象廃液を含む）の管理および固化装置の運転管理に重点を置くべきで、パッケージ自体の品質検査は確認の意味で行う要素が大きいことは、まえがきに記したとおりである。品質管理上、最も注意を払うべき点は、(1)固化体が均質であること (2)固化体の一軸圧縮強度が150Kg/cm²以上であることである。(1)については、練りませが適正に行われ、材料分離が生じないようにすること、およびドラム缶への充填が緻密であることなどが重要である。(2)については、廃液中に固化体の強度を低下さ

* : キャッピングを要しないほどに充填できるのは、アウトドラム型ミキサーの長所である。インドラムミキサーでは、必ずキャッピングが必要である。

3.6 キャッピング

約3週間養生したパッケージは、上部空間を埋めるためキャッピングを施した。キャッピングに用いた材料は、コンクリートまたはセメントミルクである。1977年度および1978年度に製作したパッケージ（鉄筋を用いたもの）についてはコンクリートとし、その配合は、普通ポルトランドセメント 350 Kg/m³, 砂 650 Kg/m³, 砂利（最大寸法 25 mm）990 Kg/m³, 水 170 Kg/m³（単位量）とした。1979年度に製作したパッケージについてはセメントミルクとし、その配合は、固化体と同じ水セメント比 ($\frac{W}{C} = 0.42$) とした。1979年度に製作したパッケージは、固化体自体がキャッピングを要しないほどに充填されているので、前の年よりもキャッピングを減らせた。

3.7 パッケージの形態

1977, 1978年度に製作したパッケージの形態を Fig. 5 に示す。また、1979年度に製作したパッケージの形態を 1977, 1978年度に製作したパッケージと比較して Fig. 6 に示す。^{*}1979年度に製作したものに鉄筋およびキャッピングが施していないのは、減容性を向上させるためと、国内法規およびNEAガイドラインなどと照らし合わせても、この形態のパッケージで特に問題がないことによる。

3.8 パッケージの作製実績

1977年度から1979年度までに製作したセメントパッケージの作製実績を Table 3 に示す。

4. 材料と固化装置などの品質管理

4.1 品質管理の概要

セメントパッケージを製作する上での品質管理は、材料（固化対象廃液を含む）の管理および固化装置の運転管理に重点を置くべきで、パッケージ自体の品質検査は確認の意味で行う要素が大きいことは、まえがきに記したとおりである。品質管理上、最も注意を払うべき点は、(1)固化体が均質であること (2)固化体の一軸圧縮強度が 150 Kg/cm² 以上であることである。(1)については、練りませが適正に行われ、材料分離が生じないようにすること、およびドラム缶への充填が緻密であることなどが重要である。(2)については、廃液中に固化体の強度を低下さ

* : キャッピングを要しないほどに充填できるのは、アウトドラム型ミキサーの長所である。インドラムミキサーでは、必ずキャッピングが必要である。

せるような成分が多量に混入していないことおよび固化材が風化していないことなどが重要である。

パッケージ自体の品質検査については、個々のパッケージについて放射線量率、表面汚染、圧縮強度、重量などについて測定し、外観を目視により検査することである。

Fig. 7 に処理場での品質管理系統を示す。

4.2 材料の管理

4.2.1 ドラム缶

パッケージの容器については、告示第9号により、JIS Z 1600(鋼製オープンドラム200ℓ)に定める容器またはこれと同等以上の強度及び気密性を有するものとされている。本ドラム缶については寸法検査、気密検査および外観検査を行った。寸法検査については抜取り検査(1ロットに1本)、気密検査については全数検査を行った。これらは、ドラム缶製作会社から提出された試験成績表により、上記のJIS規格どおりであることを確認した。また、外観検査については、納入時に標識、表示および塗装について行った。

ドラム缶の試験成績表の1例を別紙7に示す。

4.2.2 セメント

セメントはパッケージの強度および安定性に関係する重要な材料であるため、風化などによる劣化のないものが使用されねばならない。そのために、納入後、速やかに使用するように注意した。セメントは、告示第9号に定められているようにJIS R 5210(ポルトランドセメント)またはJIS R 5211(高炉セメント)またはこれと同等以上の強度および安定性を有するものとされている。セメントの品質は、セメント製造会社から提出された試験成績表によって上記のJIS規格どおりであることを確認した。セメントの試験成績表の例を別紙1に示す。

4.2.3 骨材

骨材である川砂については、土木学会「コンクリート標準示方書」に適合したものを使用した。骨材については有機不純物含有量が基準値を満足するものを使用する必要がある。砂の品質の確認は、同じ那珂川で採取している生コン会社の試験成績表によって行った。この試験成績表の例を別紙2に示す。なお、この骨材の品質管理は、パッケージのキャッピング材料として用いた砂利についても同様に行った。

4.2.4 鉄筋

パッケージの固化体とキャッピングコンクリートとをつなぐ鉄筋は、JIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)のSR24(9mmφ)を使用した。なお、1979年度については、パッケージの形態を変えたため使用していない。

4.3 固化装置の運転管理

4.3.1 ロットとバッチ

パッケージの品質管理上、ロットとバッチを定義する。すなわち、1ロットとは廃液供給タンクに1回供給された廃液がパッケージ化された分を言う。また、1バッチとはミキサーの1練り分を言う。したがって、処理場の固化装置では1ロットは4バッチ（骨材を使用したときは10バッチ）に相当し、パッケージ数としては8本（骨材を使用したときは20本）に相当する。また、1バッチはパッケージ2本分に相当する。なお、ロットとバッチには通し番号を付し、パッケージの管理番号と照合できるようにした。

4.3.2 廃液および固化材の計量

廃液および固化材の計量が正確であることは、品質のバラツキの少ないパッケージを製作する上に重要なことである。処理場においては、廃液については、廃液計量槽のレベルゲージを用いて計量し、固化材は、セメントについては40Kg袋単位（セメント工場で計量済み）でドラム缶に詰めて計量し、川砂については台秤を用いて計量した。これらの計量誤差については、廃液とセメントとについてはほとんど無い（1%以下）。しかし、川砂については、乾燥状態によって含水率が異なり、表面乾燥状態を基準にした川砂に対しては計量誤差を生じる。このような問題もあって、1979年度から川砂の使用を廃止した。

4.3.3 固化装置の点検

固化装置の運転管理が適正であることは、優れた品質のパッケージを製作する上に最も大切なことである。運転管理上、欠かせないことは固化装置の点検である。これは運転の前、中、後に行った。運転前には、ミキサーブレードの回転状況、ミキサーダンパーの開閉状況を空運転して正常であることを確認した。運転中には廃液の攪拌状況、ミキサー電流などを計装（廃液供給槽の負圧ブルドン管、ミキサー電流計）によって正常であることを確認した。また、運転後にはミキサーの洗浄状況、廃液の異常漏洩の有無について確認した。別紙4に固化装置の運転日誌の様式を示す。

4.3.4 練りませ

練りませは、均質な固化体を得る上に最も重要な部分である。練りませ時にはあらかじめ決められた運転モードに従って、注意深く、廃液および固化材をミキサーに供給する。すなわち、廃液およびセメントなどのミキサーへの供給速度、混練り時間などをバッチ毎に変えないようにする。

処理場では混練中に材料分離が生じないように、ミキサー内を目視により確認し、もし、セメントの固まりなどを生じた場合は、廃液の供給量を減らして硬練り状態にして固まりをつぶすなどの操作を加え、ドラム缶に充填する直前には、できる限り均質なモルタルまたはセメントミルクの状態にするように努めた。

4.3.5 充 填

練りませ後のモルタルまたはセメントミルクについては、ドラム缶に充填する。充填時には、できるだけ緻密になるようにする必要がある。そのために、必要に応じ外部振動機を用いて、ドラム缶を振動させ、固化体内部にまき込まれた空気を追い出すなどの操作を行った。

4.3.6 ミキサーの洗浄

固化装置の運転終了後にミキサーをできる限りきれいに洗浄しておくことは、次回の練りませを正常に行うためにも、ミキサーダンパの開閉を円滑に行うためにも極めて大切なことである。ミキサーブレードに付着したモルタルまたはセメントペーストの除去は、通常水を吹きつけて行う。しかし、水を吹きつけた程度では落ちないものが多く、適当な道具（搔き棒、コテなど）を使って搔き落とすことも必要である。さらに数バッチに1回は、コンクリートはつり機を用いてブレードの隅々に付着したモルタルまたはセメントペーストを除去する必要がある。これは、アウトドラム型ミキサーの欠点の一つで、最も困難な仕事である。次に、洗浄水はドラム缶に受けて一昼夜静置させ、上澄みは貯蔵タンクに移送して蒸発処理し、沈殿したセメント成分は、そのまま固めて、最終的にはセメントパッケージとしたが、このようなパッケージは強度等の点で問題があるので、海洋処分対象のパッケージと別にして保管した。

4.4 養生の注意

モルタルまたはセメントミルクの充填された直後のパッケージは約1ヶ月間、処理場の養生エリアにおいて養生される。養生はパッケージの品質管理上、最も重要な部分であって、養生期間中はパッケージをむやみに移動させてはならない。特に、充填後の約3日間は水和反応の最も盛んな時であり、この間の養生が大切である。処理場では、養生期間中はパッケージの蓋ができる限り閉めた。これは、水和熱（固化体内部で140°Cにも達することがある。）によって、水分が蒸発し、固化体にひび割れが発生することを防止するためである。

4.5 キャッピングの注意

養生後のパッケージは、蓋をはずし、上部空隙をコンクリートまたはセメントペーストで満たす。キャッピングの配合は、固化体と同等の強度を持つことを考慮して定める。処理場での一軸圧縮強度はコンクリートの場合、 $250 \text{ Kg/cm}^2 \sim 300 \text{ Kg/cm}^2$ であった。セメントペーストの場合、量が少ないので、固化体と同じ水セメント比($\frac{W}{C} = 0.42$)とし、一軸圧縮強度の測定は、実施しなかった。キャッピングを実施するときには、まずパッケージの上部空間部を目視検査をし、ブリージング水の無いことを確かめる必要がある。処理場の場合ブリージング水が有ることはめったになかったが、有る場合はウエスでよく拭き取り、この後、ドラム缶の蓋下面とキャッピングの上面との距離が2cm以下になるように（NEAガイドラインV.C参照）、コンクリートまたはセメントミルクを打った。打設後は、直ちに蓋がけした。これは、キャッピング材が硬化した後に蓋がけすると、ドラム缶の蓋がけが困難になるからである。

4.6 標識，表示

パッケージの表示および標識については総理府令第56号および告示第9号に定められている。すなわち、標識については、放射性廃棄物および放射線量率を示すもの、表示については、事業者名、整理番号、国籍および作製年を示すものとされている。また、表示は水に溶けにくい塗料を用いて75mm以上の文字で行うものとされている。処理場では、上記事項の他にパッケージ重量も表示した。重量の表示は、Kg単位とし、1桁目を切り上げた（原子力環境整備センター報告書53年度版参照）。これらは、スプレー式ペンキと文字板を用いて行った。Fig.13に処理場のパッケージの標識および表示について例示する。なお、放射線量率の標識については、今までのところ全てのパッケージが表面線量率50mR/h以下であるから、特に定めていない（告示第9号第4条参照）。

5. パッケージの品質検査

5.1 放射線量率

パッケージ表面の放射線量率およびパッケージから1m離れたところの放射線量率については、輸送規則に200mR/h以下および10mR/h以下と定められているが、海洋投棄に際しての放射線量率の上限値は定められていない。しかし、パッケージの放射線量率については、輸送規則のためばかりでなく、被曝管理上、また内部放射能を推定する上にも重要な因子であるから、個々のパッケージについて測定することがのぞましい。処理場では、約1ヶ月養生したパッケージについて、上面、側面および底面の各表面とパッケージの側面から1m離れたところの計4点について、GM型線量率計を用いて測定した。

Fig. 8に測定設備を示す。また、Table 4に1977年度から1979年度までに製作したパッケージ約900本について表面線量率（最大値）の分布を示す。Table 4からパッケージの98%は表面で5mR/h以下であると言える。また、パッケージの底面と側面の線量率は、ほぼ同等であり、均一性については問題なかった。なお、線量率計については、年1回の定期校正を行い、その記録を保管している。

5.2 比重（重量）

パッケージの比重は1.2以上であることが定められている（総理府令第56号）。比重は、パッケージが確実に海底に到達することを示す重要な因子であるから、個々のパッケージについて、その重量を測定することによって確認する必要がある。処理場では、一点ロードビーム式計重機でパッケージの重量を測定し、それをデジタル（最小目盛1Kg）に表示させている。パッケージの体積はJISZ 1600（鋼製オープンドラム200ℓ）の寸法から算出した最大値で218ℓとする。Fig. 8に重量測定設備を示す。Table 5, Table 6およびTable 7に1977年度から

4.6 標識，表示

パッケージの表示および標識については総理府令第56号および告示第9号に定められている。すなわち、標識については、放射性廃棄物および放射線量率を示すもの、表示については、事業者名、整理番号、国籍および作製年を示すものとされている。また、表示は水に溶けにくい塗料を用いて75mm以上の文字で行うものとされている。処理場では、上記事項の他にパッケージ重量も表示した。重量の表示は、Kg単位とし、1桁目を切り上げた（原子力環境整備センター報告書53年度版参照）。これらは、スプレー式ペンキと文字板を用いて行った。Fig.13に処理場のパッケージの標識および表示について例示する。なお、放射線量率の標識については、今までのところ全てのパッケージが表面線量率50mR/h以下であるから、特に定めていない（告示第9号第4条参照）。

5. パッケージの品質検査

5.1 放射線量率

パッケージ表面の放射線量率およびパッケージから1m離れたところの放射線量率については、輸送規則に200mR/h以下および10mR/h以下と定められているが、海洋投棄に際しての放射線量率の上限値は定められていない。しかし、パッケージの放射線量率については、輸送規則のためばかりでなく、被曝管理上、また内部放射能を推定する上にも重要な因子であるから、個々のパッケージについて測定することがのぞましい。処理場では、約1ヶ月養生したパッケージについて、上面、側面および底面の各表面とパッケージの側面から1m離れたところの計4点について、GM型線量率計を用いて測定した。

Fig.8に測定設備を示す。また、Table 4に1977年度から1979年度までに製作したパッケージ約900本について表面線量率（最大値）の分布を示す。Table 4からパッケージの98%は表面で5mR/h以下であると言える。また、パッケージの底面と側面の線量率は、ほぼ同等であり、均一性については問題なかった。なお、線量率計については、年1回の定期校正を行い、その記録を保管している。

5.2 比重（重量）

パッケージの比重は1.2以上であることが定められている（総理府令第56号）。比重は、パッケージが確実に海底に到達することを示す重要な因子であるから、個々のパッケージについて、その重量を測定することによって確認する必要がある。処理場では、一点ロードビーム式計重機でパッケージの重量を測定し、それをデジタル（最小目盛1Kg）に表示させている。パッケージの体積はJISZ 1600（鋼製オープンドラム200ℓ）の寸法から算出した最大値で218ℓとする。Fig.8に重量測定設備を示す。Table 5, Table 6およびTable 7に1977年度から

1979年度までに作製したパッケージの比重を示す。なお、計重機については年1回の定期校正を行い、その記録を保管している。校正記録の例を別紙3に示す。

5.3 表面汚染

パッケージの表面汚染は、モルタルまたはセメントミルクをドラム缶に充填する際に発生するおそれがある。しかし、処理場では、充填後のドラム缶を固化装置から出す時、ウエスでよく拭いたので、表面汚染が発生したことはなかった。表面汚染の測定は、スミヤロ紙でパッケージの最も汚染しやすい部分（下部）をこすり、その試料をGM型スケーラで計測する方法を行った。

表面汚染の管理基準値は、原研の管理区域持ち出し基準で $\beta\gamma$ 200 dpm/100 cm²（スミヤ法）以下としている。これは法律で定めている値の約 $\frac{1}{100}$ である。Fig. 8にスミヤ採取場所を示す。

なお、アルファ放射能による表面汚染については、アルファ放射能がベータガンマ放射能の $\frac{1}{100} \sim \frac{1}{1000}$ であることから、ベータガンマについて管理しておけば十分安全側であるので、特に測定しなかった。

5.4 圧縮強度

5.4.1 供試体法

固化体の圧縮強度は、海洋処分の際の深海の圧力に耐えるものとして、一軸圧縮強度 150 kg/cm²以上と定められている（告示第9号）。固化体の圧縮強度の測定方法については何も規定されていないが、一般に認められた方法としては、建築、土木に利用されているもので供試体法がある。すなわち、ドラム缶に充填する時に、モルタルまたはセメントミルクを型枠に採取し、得られた供試体を28日間水中養生したのち、圧縮強度試験機（Photo. 5参照）によって、その一軸圧縮強度を測定する方法である。

処理場では、1977年度から10 cm ϕ × 20 cm型枠3本に、1バッチ毎にモルタルまたはセメントミルクを採取し、キャッピング後約28日間水中（常温）養生して、一軸圧縮強度の測定を行っている。圧縮強度試験機はアムスラー式（前川試験機製作所 100 BC）である。Table 5～Table 8にこの方法で測定した各廃液の一軸圧縮強度の最大値および最小値を示す。また、Fig. 9に約440バッチについての一軸圧縮強度分布を示す。これまでに供試体で 150 kg/cm²以下の固化体は発生していないが、蒸発濃縮液を固化したもので、塩濃度が比較的高い場合には強度が低いものがあった。

5.4.2 超音波伝播速度法

コンクリートおよびモルタルなどを伝播する超音波の速度は、その材料の密度と弾性係数とに一定の関係をもつ。また、弾性係数はその材料の圧縮強度に一定の関係をもつ⁷⁾。すなわち、コンクリートおよびモルタルなどを透過する超音波の速度とその材料の動弾性係数とには、次

の関係がある。

$$E_D = \frac{V_L^2 \cdot \rho (1 + \mu) (1 - 2\mu)}{g (1 - \mu)}$$

E_D : 動弾性係数 (Kg/cm^2)

V_L : 伝播速度 (cm/sec)

ρ : 密度 (Kg/cm^3)

g : 重力加速度 (cm/sec^2)

μ : ポアソン比

セメント固化体の場合には、 μ は0.2としてよいことから⁵⁾、 V_L および ρ を測定して E_D を求めることができる。 E_D と一軸圧縮強度との関係は、使用材料、配合、養生方法、材令等多くの因子に支配されるので、これらの条件を一定にして実験的に求められる。

処理場では、超音波試験機 (Photo.6 参照) を製作して、1977年度から1979年度まで、各パッケージについて動弾性係数を測定し、一方では供試体により各バッチの一軸圧縮強度を測定してきた。また、密度はパッケージの重量から計算した。Fig. 10 に1979年度に作製したパッケージについての相関曲線を示す。その結果、固化体の動弾性係数 (E_D) とその固化体の一軸圧縮強度 (σ) との間には、強度の低い領域で次の関係があることが明らかになった。

$$\sigma = 268 \times 10^{-5} E_D - 174 \pm 80 \quad (\text{Kg}/\text{cm}^2)$$

この式は、パッケージを伝播する超音波の速度と固化体の密度との実測値によって求めた動弾性係数から供試体法で求められる一軸圧縮強度の値を推定するものである。また、この式は、供試体法の一軸圧縮強度を99%の信頼限界の範囲内で求めるものである。Fig. 11 に上式から求めた蒸発濃縮液を固化したパッケージの一軸圧縮強度分布を示す ($\pm 80 \text{Kg}/\text{cm}^2$ の誤差は考慮されていない)。この分布から耐硫酸塩セメントが強度の高い固化体を得るのに適していることがわかる。Fig. 12 に上式から求めたパッケージの一軸圧縮強度とそのパッケージからコアー供試体を採取してコアー供試体の破壊試験によって得られた一軸圧縮強度との関係を示す。この図から、試験値の数が少ない難点はあるが、両者は良く一致していると言える。

なお、超音波伝播速度法によるパッケージの一軸圧縮強度の測定については、超音波試験機の構成、相関曲線の作成法および実測データなどを別にまとめて報告書を作成する予定である。

5.5 外観

パッケージを保管施設へ運搬する前に外観検査を行う。検査項目は(1)標識、表示が適正であること、(2)塗装がはがれていないこと、(3)バンドの締め付けが良好であること、(4)有害な損傷のないことなどである。塗装がはがれている場合は、同色のペンキを塗って保管中の発錆に耐えるようにする。

6. 記 錄

パッケージの製作および品質管理に関する重要項目は記録する必要がある。処理場での記録紙の種類は次のとおりである。

- (1) セメント固化装置運転日誌
- (2) セメントパッケージ記録
- (3) 低レベル保管廃棄施設巡視点検票

パッケージの品質検査に関する記録は(2)に行う。これらの記録の様式を別紙4～別紙6に示す。

7. 保 管

品質検査を終えたパッケージの保管施設は、保管中のパッケージに品質の低下を与えないよう管理される。

上述の品質検査を終えたパッケージは、処理場の低レベル保管廃棄施設に保管した。本保管施設は、鉄筋コンクリート製半地下ピットである。保管中のパッケージの状況は毎月1回検査され、その結果が別紙6の様式に記録される。これまでに荷くずれ、浸水等は生じたことはない。保管施設をPhoto. 9に示す。

8. 輸 送 の 準 備

海洋処分の際には、セメントパッケージを事業所外へ輸送しなければならない。そのときには、輸送規則の適用を受けることになる。処理場では、セメントパッケージについて運輸省令等で定めるA型輸送物としての試験を1979年度に実施し、その試験結果は合格であった。本試験についての詳細は文献6)を参照されたい。

9. あ と が き

海洋処分用セメントパッケージの製作と品質管理については、その方法をさらに検討し、使用装置、機器などを改良することによって、より効率的で減容性の高い優れた品質のパッケージを製作することがのぞまれる。

本文にも記したように、固化対象廃液の性状に関する詳細と超音波伝播速度測定法によるパッケージの圧縮強度測定についての詳細は、別に報告書を作成する予定である。

パッケージの製作と品質管理にあたり御協力頂いた放射線管理第3課廃棄物処理施設管理係

6. 記 錄

パッケージの製作および品質管理に関する重要項目は記録する必要がある。処理場での記録紙の種類は次のとおりである。

- (1) セメント固化装置運転日誌
- (2) セメントパッケージ記録
- (3) 低レベル保管廃棄施設巡視点検票

パッケージの品質検査に関する記録は(2)に行う。これらの記録の様式を別紙4～別紙6に示す。

7. 保 管

品質検査を終えたパッケージの保管施設は、保管中のパッケージに品質の低下を与えないよう管理される。

上述の品質検査を終えたパッケージは、処理場の低レベル保管廃棄施設に保管した。本保管施設は、鉄筋コンクリート製半地下ピットである。保管中のパッケージの状況は毎月1回検査され、その結果が別紙6の様式に記録される。これまでに苟くずれ、浸水等は生じたことはない。保管施設をPhoto. 9に示す。

8. 輸 送 の 準 備

海洋処分の際には、セメントパッケージを事業所外へ輸送しなければならない。そのときには、輸送規則の適用を受けることになる。処理場では、セメントパッケージについて運輸省令等で定めるA型輸送物としての試験を1979年度に実施し、その試験結果は合格であった。本試験についての詳細は文献6)を参照されたい。

9. あ と が き

海洋処分用セメントパッケージの製作と品質管理については、その方法をさらに検討し、使用装置、機器などを改良することによって、より効率的で減容性の高い優れた品質のパッケージを製作することがのぞまれる。

本文にも記したように、固化対象廃液の性状に関する詳細と超音波伝播速度測定法によるパッケージの圧縮強度測定についての詳細は、別に報告書を作成する予定である。

パッケージの製作と品質管理にあたり御協力頂いた放射線管理第3課廃棄物処理施設管理係

6. 記 錄

パッケージの製作および品質管理に関する重要項目は記録する必要がある。処理場での記録紙の種類は次のとおりである。

- (1) セメント固化装置運転日誌
- (2) セメントパッケージ記録
- (3) 低レベル保管廃棄施設巡視点検票

パッケージの品質検査に関する記録は(2)に行う。これらの記録の様式を別紙4～別紙6に示す。

7. 保 管

品質検査を終えたパッケージの保管施設は、保管中のパッケージに品質の低下を与えないよう管理される。

上述の品質検査を終えたパッケージは、処理場の低レベル保管廃棄施設に保管した。本保管施設は、鉄筋コンクリート製半地下ピットである。保管中のパッケージの状況は毎月1回検査され、その結果が別紙6の様式に記録される。これまでに荷くずれ、浸水等は生じたことはない。保管施設をPhoto. 9に示す。

8. 輸 送 の 準 備

海洋処分の際には、セメントパッケージを事業所外へ輸送しなければならない。そのときには、輸送規則の適用を受けることになる。処理場では、セメントパッケージについて運輸省令等で定めるA型輸送物としての試験を1979年度に実施し、その試験結果は合格であった。本試験についての詳細は文献6)を参照されたい。

9. あ と が き

海洋処分用セメントパッケージの製作と品質管理については、その方法をさらに検討し、使用装置、機器などを改良することによって、より効率的で減容性の高い優れた品質のパッケージを製作することがのぞまれる。

本文にも記したように、固化対象廃液の性状に関する詳細と超音波伝播速度測定法によるパッケージの圧縮強度測定についての詳細は、別に報告書を作成する予定である。

パッケージの製作と品質管理にあたり御協力頂いた放射線管理第3課廃棄物処理施設管理係

6. 記 錄

パッケージの製作および品質管理に関する重要項目は記録する必要がある。処理場での記録紙の種類は次のとおりである。

- (1) セメント固化装置運転日誌
- (2) セメントパッケージ記録
- (3) 低レベル保管廃棄施設巡視点検票

パッケージの品質検査に関する記録は(2)に行う。これらの記録の様式を別紙4～別紙6に示す。

7. 保 管

品質検査を終えたパッケージの保管施設は、保管中のパッケージに品質の低下を与えないよう管理される。

上述の品質検査を終えたパッケージは、処理場の低レベル保管廃棄施設に保管した。本保管施設は、鉄筋コンクリート製半地下ピットである。保管中のパッケージの状況は毎月1回検査され、その結果が別紙6の様式に記録される。これまでに荷くずれ、浸水等は生じたことはない。保管施設をPhoto. 9に示す。

8. 輸 送 の 準 備

海洋処分の際には、セメントパッケージを事業所外へ輸送しなければならない。そのときには、輸送規則の適用を受けることになる。処理場では、セメントパッケージについて運輸省令等で定めるA型輸送物としての試験を1979年度に実施し、その試験結果は合格であった。本試験についての詳細は文献6)を参照されたい。

9. あ と が き

海洋処分用セメントパッケージの製作と品質管理については、その方法をさらに検討し、使用装置、機器などを改良することによって、より効率的で減容性の高い優れた品質のパッケージを製作することがのぞまれる。

本文にも記したように、固化対象廃液の性状に関する詳細と超音波伝播速度測定法によるパッケージの圧縮強度測定についての詳細は、別に報告書を作成する予定である。

パッケージの製作と品質管理にあたり御協力頂いた放射線管理第3課廃棄物処理施設管理係

の諸氏に感謝します。

参考文献

- 1) 総理府令第56号, 核燃料物質等の工場又は事業所の外における廃棄に関する規則, 昭和53年12月28日
- 2) 科学技術庁告示第9号, 核燃料物質等の工場又は事業の外における廃棄に関する技術的細目を定める件, 昭和53年12月28日
- 3) 環境安全専門部会, 試験的海洋処分用低レベル放射性廃棄物のセメント固化体に関する暫定指針 1973年6月25日
- 4) OECD/NEA Guidelines for Sea dumping Packages of Radioactive Waste 1979年4月改訂
- 5) 原子力環境整備センター, 低レベル放射性廃棄物の試験的海洋処分に関する調査研究報告書(代表名称) 1977, 1978, 1979年度
- 6) 服部, 小松他, 海洋処分用セメントパッケージの輸送規則に基づく討議 1979年9月
- 7) 日刊工業新聞社, 超音波探傷法 1974, p. 595 ~ p. 605

Table 1 Properties of Liquid waste for Cement Solidify

Kinds of Liquid Waste	pH	Salt concentration (%)	Activity ($\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$)			
			r^{***}	α	^{90}Sr	^3H
Evaporator Concentrate	6 ~ 9	10 ~ 30	$10^{-2} \sim 1$	$10^{-5} \sim 10^{-2}$	$10^{-3} \sim 10^{-2}$	$10^{-4} \sim 10^{-1}$
Flocculation Sludge	"	5 ~ 10	$10^{-3} \sim 10^{-1}$	-	$< 10^{-4}$	-
Residue in Storage tanks	"	~ 10	$10^{-3} \sim 1$	$10^{-5} \sim 10^{-2}$	$10^{-5} \sim 10^{-2}$	$\sim 10^{-2}$
Inorganic Liquid Waste collected by JRIA*	"	2 ~ 10	$10^{-4} \sim 10^{-2}$	-	$10^{-4} \sim 10^{-3}$	$10^{-3} \sim 1$

- : No nuclides included.

* : Japan Radio Isotope Association.

** : ^{137}Cs , ^{134}Cs and ^{60}Co are dominant.

Table 2 Standard Composition for Packaging

Year	Composition (Per one package)		
	Cement (kg)*	Aggregate (kg)**	Waste (l)
1977, 1978	120	250	50
1979	280	0	120

* Normal portland cement, Sulfate resisting cement

or Portland Blast-furnace Slag Cement is used

** River sand (Grain size, max 5mm) carried from Naka River

Table 3 Volume of solidified waste and number of packages for sea dumping aggregate total from 1977 to 1979

Kinds of Waste	Volume of Solidified waste (m ³)	Number of Packages
Inorganic liquid waste collected by JRIA	12.7	164
Evaporator Concentrate	27.0	394
Flocculation sludge	11.7	160
Residue in storage tanks	13.2	204

JRIA : Japan Radio Isotope Association.

Table 4 Distribution of Packages on surface radiation level

Dose rate (mR/h)	Number of packages	Percentage (%)
≤ 1.0	555	61
1.0 ~ 5.0	334	37
5.0 ~ 10	20	2
> 10	0	0

Table 5 Data of Cement packages made in 1977

Lot No.	Number of Package	Kinds of solidified liquid waste	Composition per Package			Uniaxial Compressive strength (kg/cm²)		Specific gravity Mini,	Radiation level at surface of Package Max, (mR/h)
			C (kg)	S (kg)	W (%)	Min.,	Max.,		
1	20	JRIA liquid waste	130	227	50	300	379	2.1	0.2
2	"	"	"	255	"	352	552	2.2	0.4
3	"	"	"	"	"	328	440	"	0.2
4	"	"	"	"	"	309	386	"	"
5	"	"	"	"	"	312	367	2.1	0.1
6	"	Evaporator concentrate	110 ~ 130	"	"	179	232	"	0.4
7	"	Floccula, sludge	120	"	"	389	447	2.2	0.1
8	"	"	"	"	"	429	483	"	0.2
9	"	"	"	"	50~ 60	397	476	"	0.3
10	16	Residue in storage tank	"	"	55~ 60	329	484	"	0.5
11	20	"	"	"	50~ 60	299	383	"	0.6
12	"	Evaporator concentrate	"	"	50	268	308	"	0.9
13	"	Floccula, sludge	"	"	55	367	439	2.3	0.4
14	"	Evaporator concentrate	"	"	"	251	358	2.2	1.5
15	18	"	"	"	50	225	250	2.1	0.9
16	16	Residue in storage tank	"	"	63	268	289	"	2.0
17	20	"	"	"	50	380	462	2.2	1.2
18	"	Evaporator concentrate	"	"	"	224	317	"	3.0

Note)

C : Cement

Lot No. 1, 2 : Portland Blast-furnace Slag Cement.

Lot No. 3 ~ No. 18 : Portland Cement.

S : Sand

W : Waste

JRIA : Japan Radio Isotope Association.

※ Cure in water for 28 days before testing.

Table 6 Data of Cement Packages made in 1978

Lot No.	Number of Packages	Kinds of Solidified liquid waste	Composition per package			Uniaxial compressive strength*(kg/cm ²)		Specific gravity	Radiation level at surface of Package Max.(mR/h)
			C (kg)	S (kg)	W (%)	Mini,	Max,		
1	20	Evaporator Concentrate	120	255	50	178	221	2.1	0.7
2	"	"	"	240	"	187	193	2.2	3.2
3	"	"	"	250	"	180	212	"	3.8
4	"	"	"	"	"	218	253	2.1	0.6
5	"	"	"	"	"	269	295	2.2	4.7
6	"	"	"	245	"	164	215	2.1	1.5
7	"	"	"	"	"	180	237	"	1.2
8-1	10	Floccula, sludge	"	"	55	432	468	2.2	0.4
8-2	"	Residue in storage tank	"	"	"	362	403	"	1.5
9-1	"	"	"	"	"	315	320	2.1	0.4
9-2	"	"	"	"	"	282	312	"	"
10	20	Evaporator concentrate	"	"	50	169	201	"	7.8
11	"	Floccula, sludge	"	"	"	347	424	2.2	2.6
12-1	10	Residue in storage tank	"	"	55	385	411	"	2.2
12-2	"	Floccula, sludge	"	"	"	493	512	"	3.8
13	20	Residue in storage tank	"	"	50	273	360	2.0	0.8
14	"	"	"	"	"	240	296	2.1	5.4
15	"	Evaporator concentrate	"	"	"	193	229	2.2	1.2
16	"	Residue in storage tank	"	"	55	278	358	"	3.5
17-1	10	"	"	"	"	279	317	2.1	3.6
17-2	"	"	"	"	50	282	353	"	1.2

Note) C : Portland cement

S : Sand

W : Waste

※ Cure in water for 28 days before testing

Table 7 Data of Cement packages made in 1979

Lot No.	Number of Packages	Kinds of Solidi- fied Liquid waste	Composition per Package		Uniaxial com- pressive stren- gth (kg/cm) [※]		Specific gravity Mini ,	Radiation level at Surface of Package Max, (mR/h)
			C (kg)	W (L)	Mini ,	Max ,		
1	8	JRIA liquid, w.	280	120	262	334	1.9	0.2
2	"	"	"	"	294	344	"	0.5
3	"	"	"	"	273	319	2.0	0.3
4	"	"	"	"	215	262	"	0.4
5	"	"	"	"	259	275	"	0.2
6	"	"	"	"	171	250	1.9	0.1
7	"	"	"	"	196	230	2.0	"
8	"	"	"	"	307	354	1.9	0.5
9	"	Floccula, Sludge	"	"	392	429	2.0	"
10	"	Evaporator Con,	"	"	208	382	1.9	0.4
11	"	"	"	"	299	344	"	2.0
12	"	"	"	"	215	289	1.8	0.8
13	"	"	※ "	"	248	336	2.0	0.4
14	"	"	※ "	"	268	361	1.9	"
15	"	"	"	"	222	251	"	"
16	"	"	※ 275	"	303	339	"	0.3
17	"	"	※ "	"	315	391	2.0	0.7
18	"	"	280	"	304	396	"	0.6
19	"	"	※ 275	"	338	512	"	3.3
20	"	Floccula, Sludge	※ 280	"	331	461	1.9	0.5
21	2	Residue in s, tank	"	"	—	297	"	0.6
22	4	"	"	"	232	336	"	0.4
23	2	"	"	"	—	236	"	0.3
24	2	"	"	"	—	366	2.0	0.1
25	4	"	"	"	318	361	"	0.5
26	2	"	"	"	—	234	1.9	0.3
30	8	Evaporator Con.	280	120	253	336	2.0	0.8
31	"	"	※ "	"	285	405	1.9	0.3
32	"	Floccula, Sludge	"	"	318	461	1.8	0.4
33	16	Residues in s, tank	212	125	155	278	"	<0.1
34	8	Floccula, Sludge	280	120	344	527	1.9	0.4
35	"	"	※ "	"	443	518	"	0.3

C : Portland Cement.

※ Sulfate resisting Cement.

W : Waste

※ Cure in water for 28 days before testing .

Table 8 Uniaxial compressive strength measured by compressive destruction of specimens sampled from all batches.

(1977~1979)

Type of liquid waste	Number of batches	Uniaxial compressive strength (Kg/cm^2)
Inorganic liquid waste collected by JRIA	82	171 ~ 552 (336)
Evaporator concentrate	187	164 ~ 512 (251)
Flocculation Sludge	80	318 ~ 527 (429)
Residue in storage tanks	114	155 ~ 484 (309)

JRIA : Japan Radio Isotope Association.

Figures in bracket are mean value.

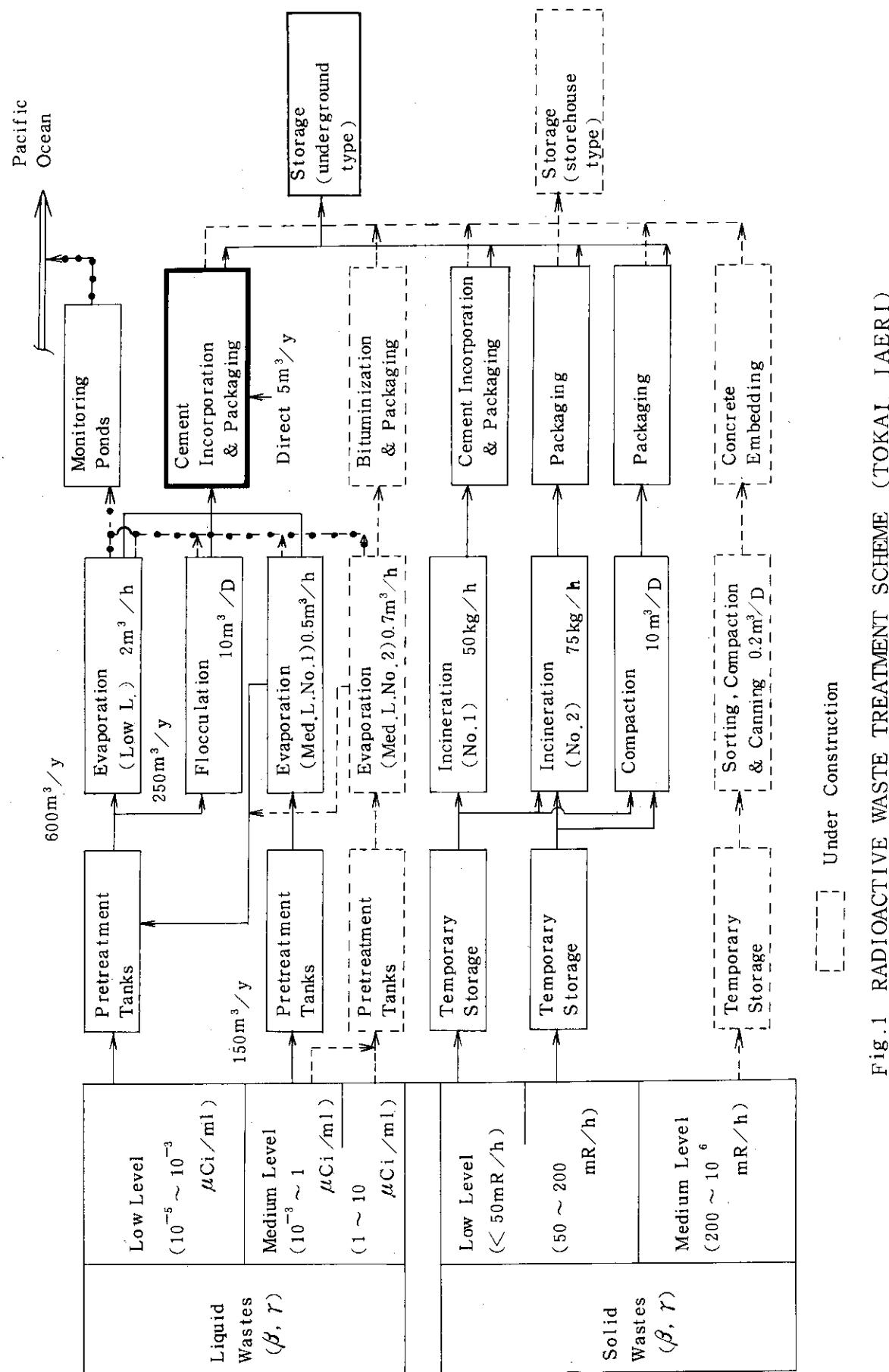


Fig.1 RADIOACTIVE WASTE TREATMENT SCHEME (TOKAI, JAERI)

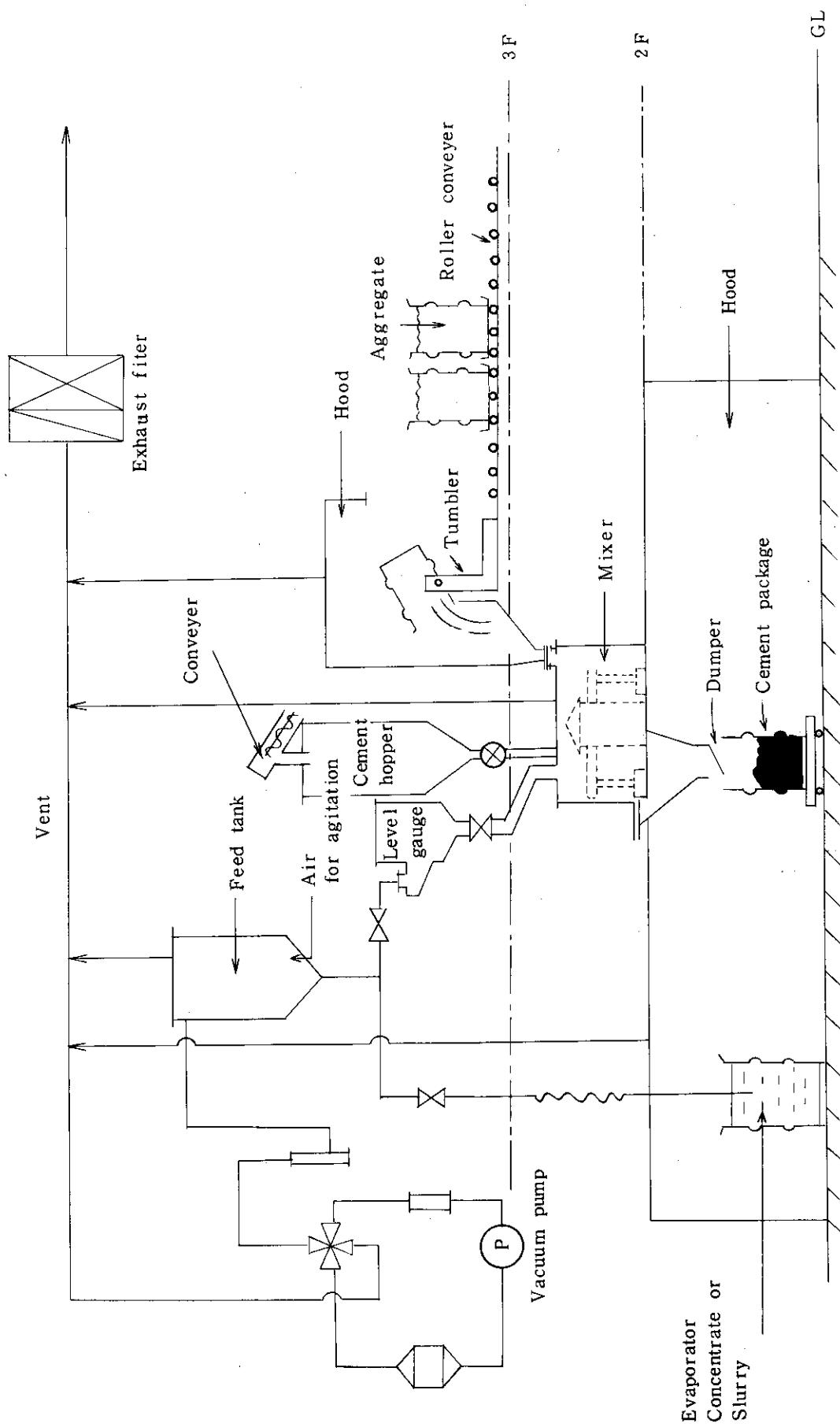


Fig. 2 Flow diagram of Cementing Facility.

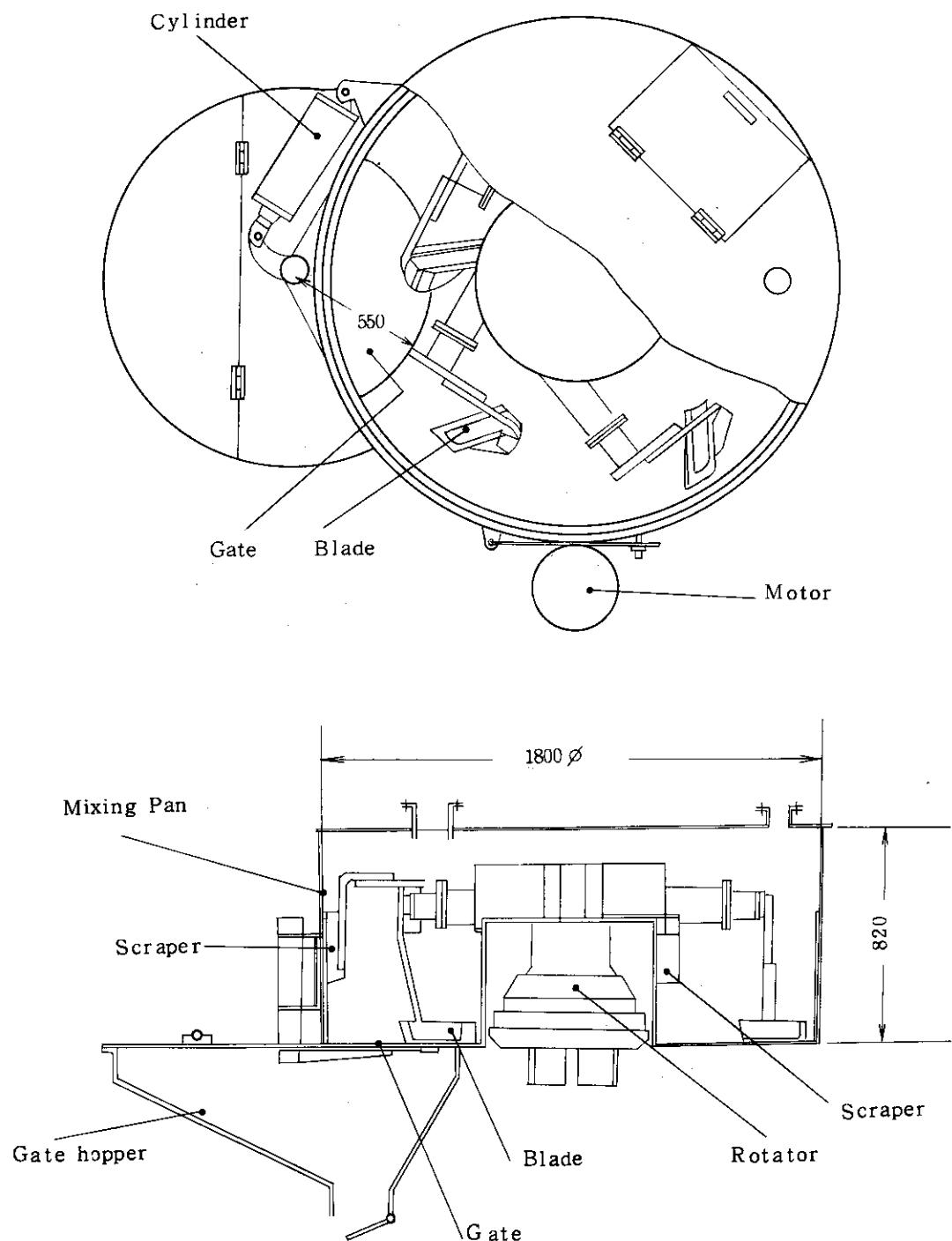
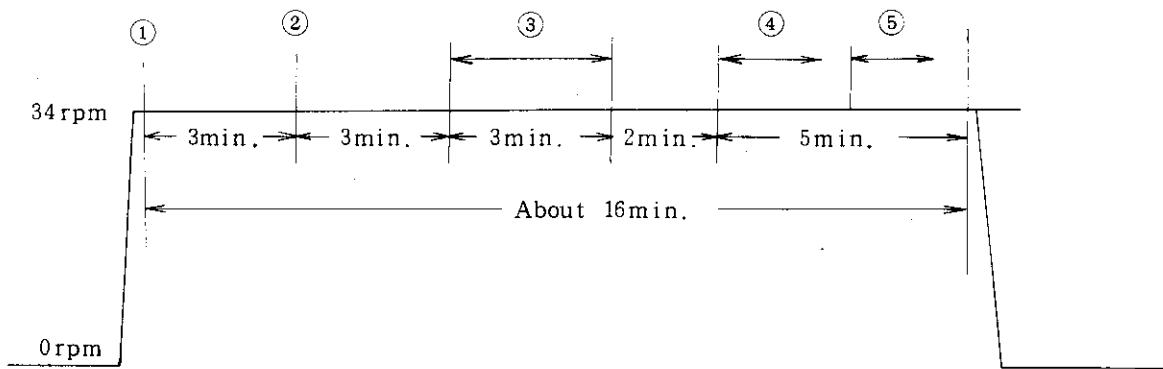
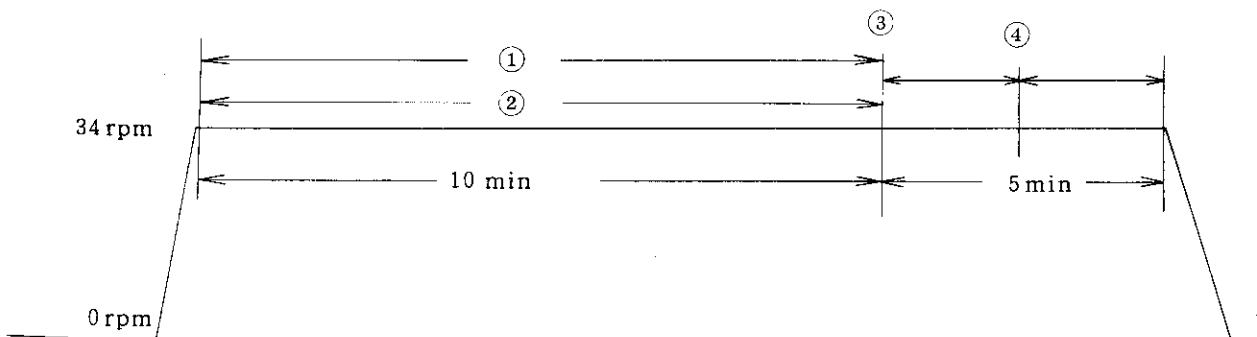


Fig. 3 Forced mixing type mixer for packaging .



- (1)** Sand supply into the mixer. **(2)** Cement supply into the mixer.
- (3)** Liquid waste feed into the mixer. **(4)** Fast mortar feed into the drum.
- (5)** Second mortar feed into the next drum.



- (1)** : Liquid waste feed into the mixer.
- (2)** : Cement supply into the mixer.
- (3)** : First cement milk feed into the drum.
- (4)** : Second cement milk feed into the next drum.

Fig.4 Operation mode of cement mixer.

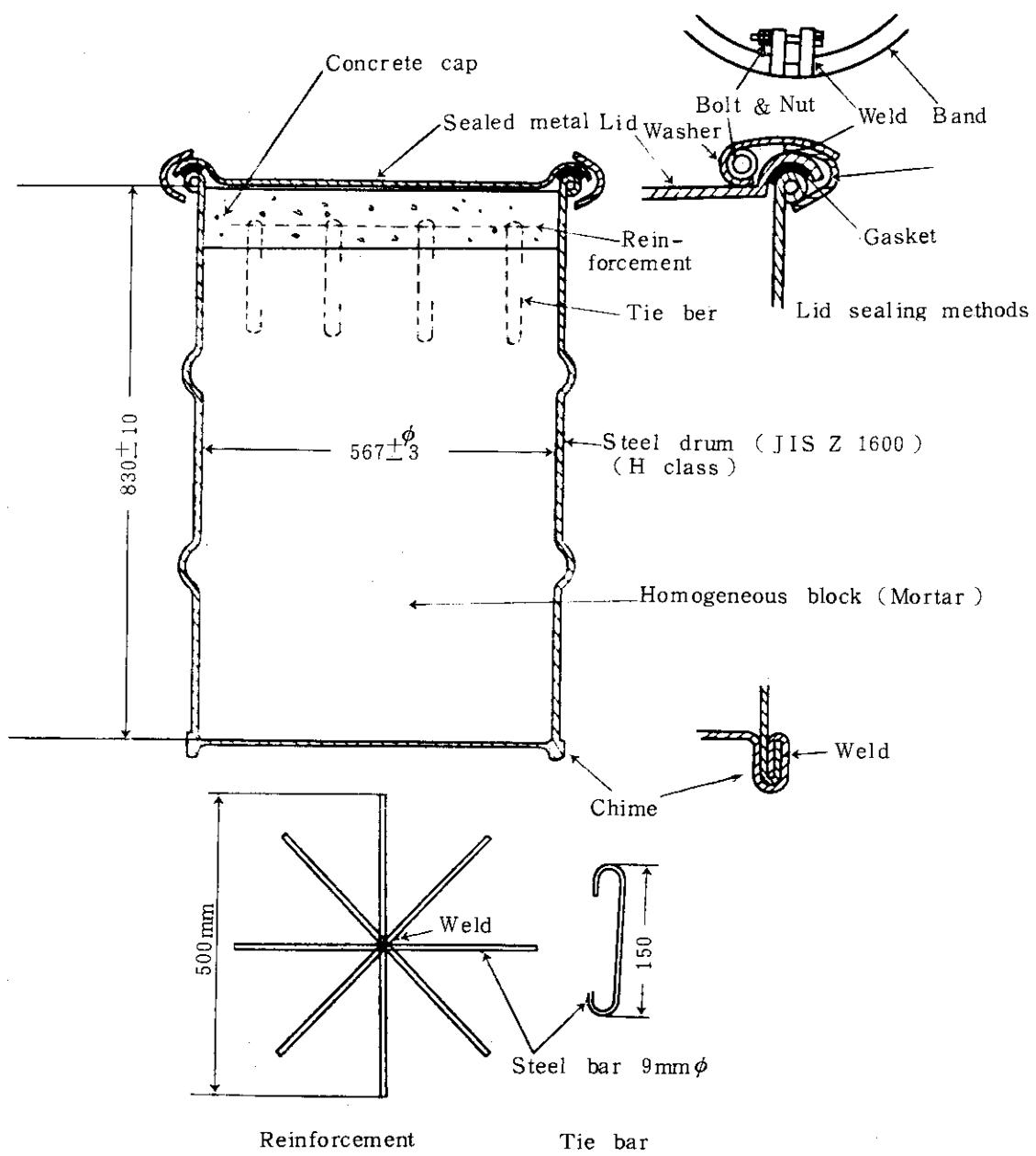


Fig.5 Design of cement package for sea dumping in Tokai Research Establishment.

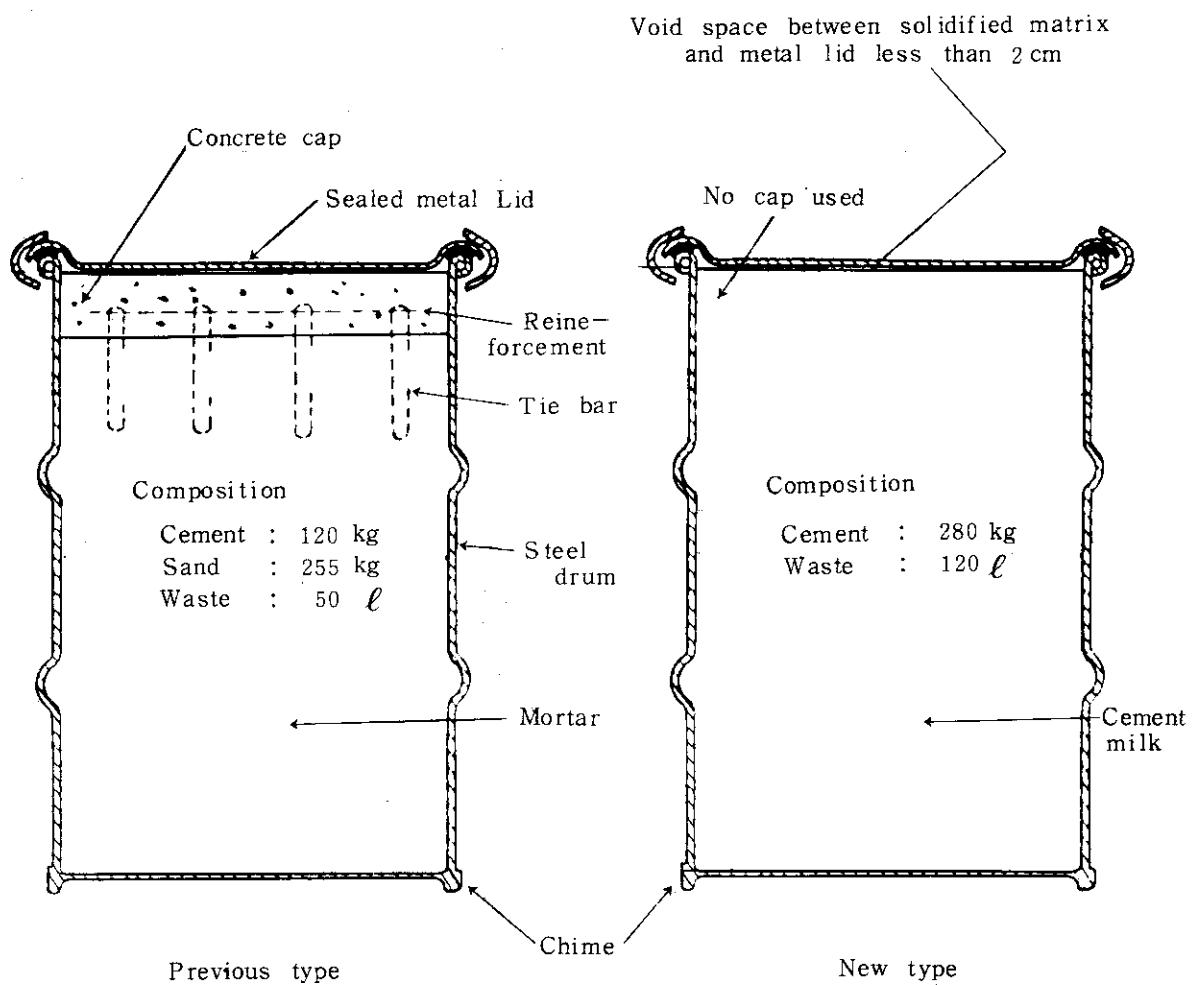


Fig.6 Difference between previous type of package
and new type of package.

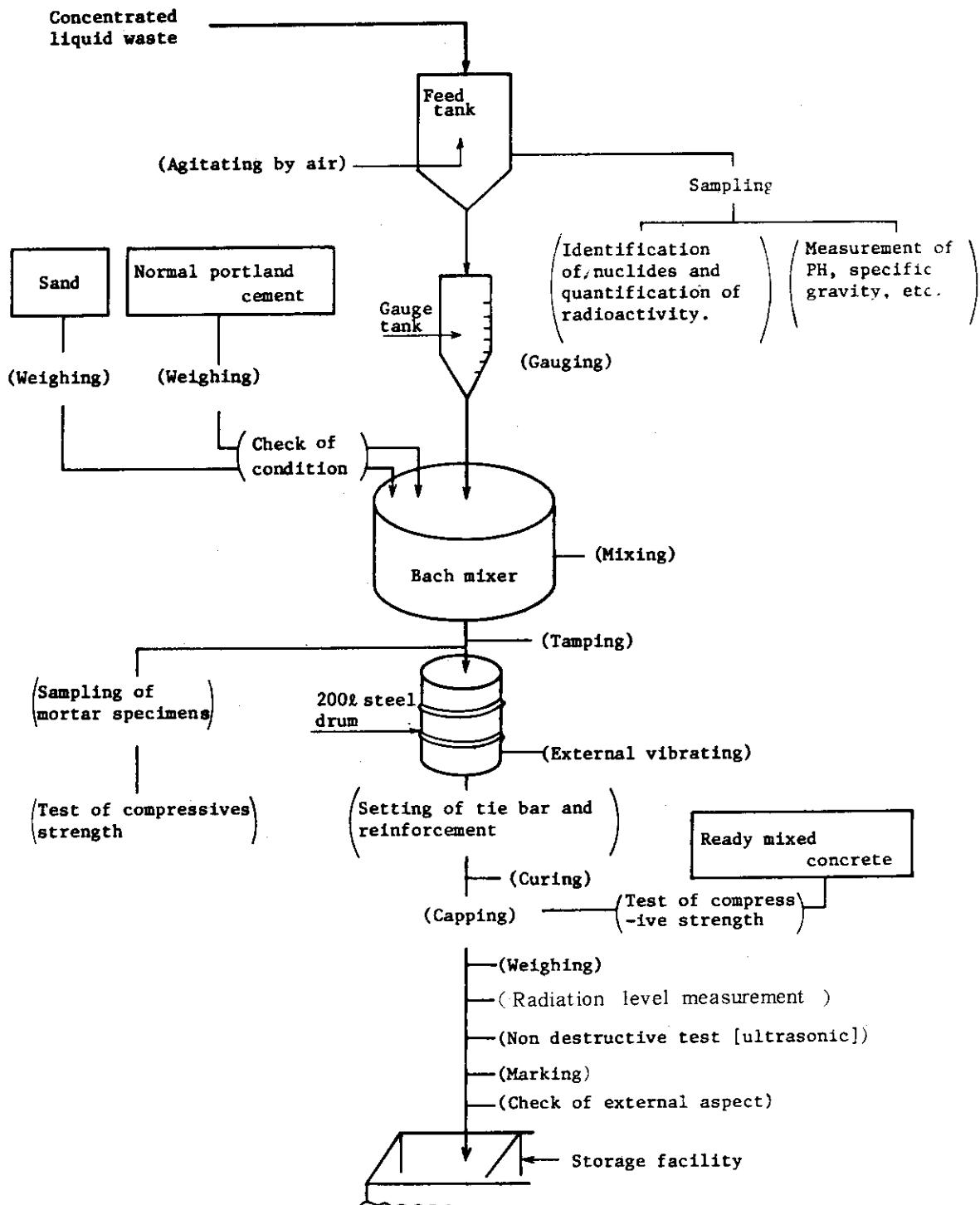


Fig.7 Flow diagram of manufacture and quality control of cement package in Tokai Research Establishment.

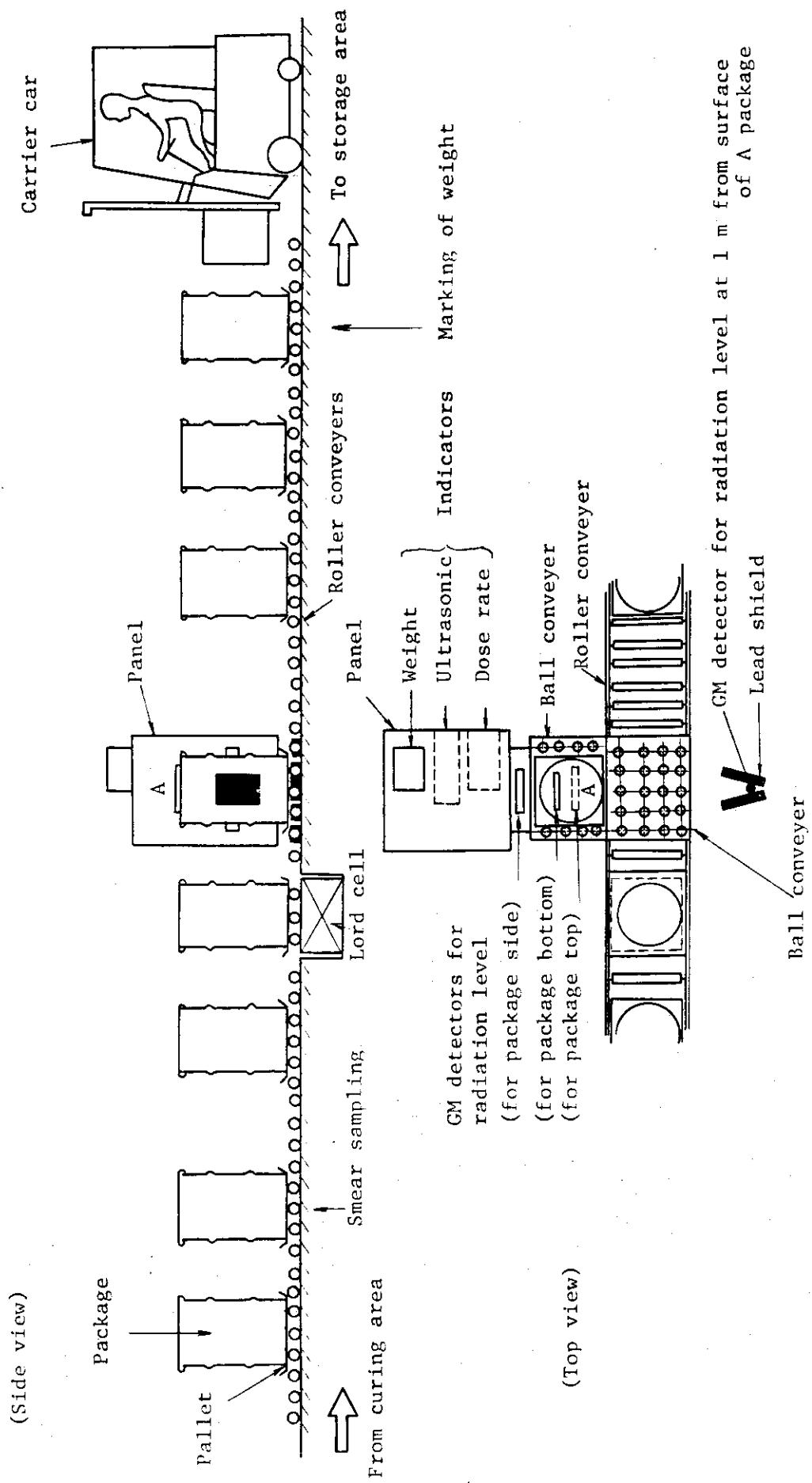


Fig.8 Arrangement of apparatus for measuring weight, dose rate, ultrasonic transfer velocity, etc.

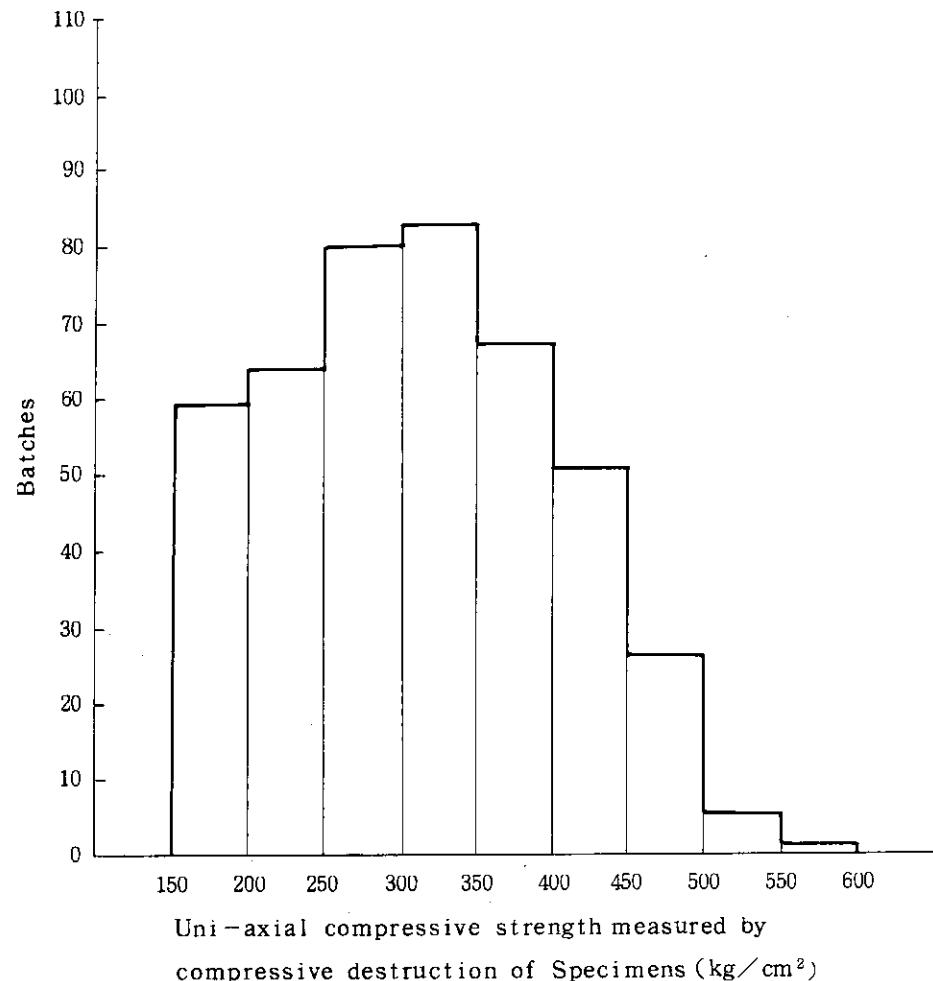


Fig. 9 Distribution of uni-axial compressive strength measured by compressive destruction of Specimens.

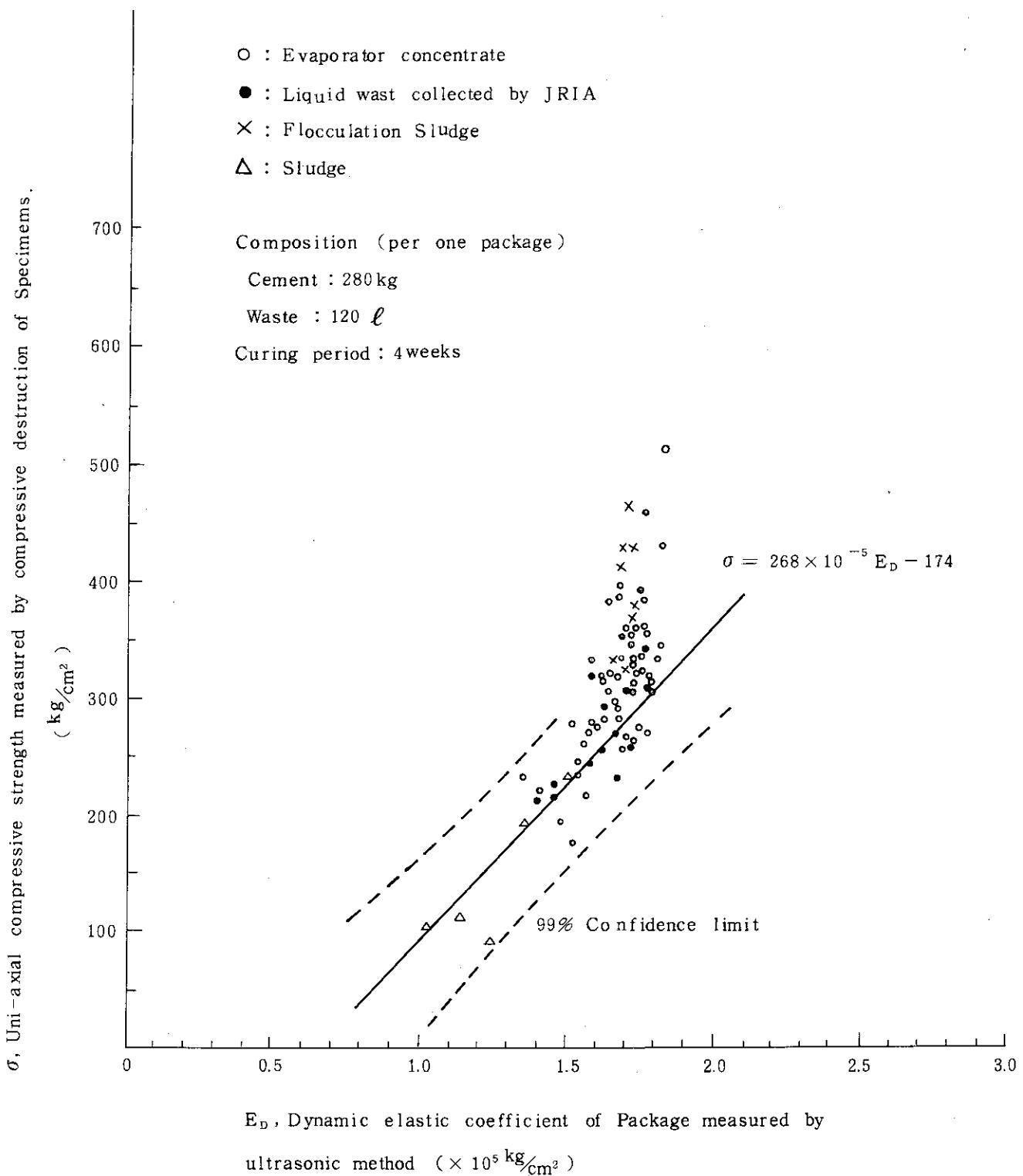


Fig.10 Correlation between Dynamic elastic coefficient of Packages measured by ultrasonic method and Uni-axial compressive strength measured by compressive destruction of specimens.

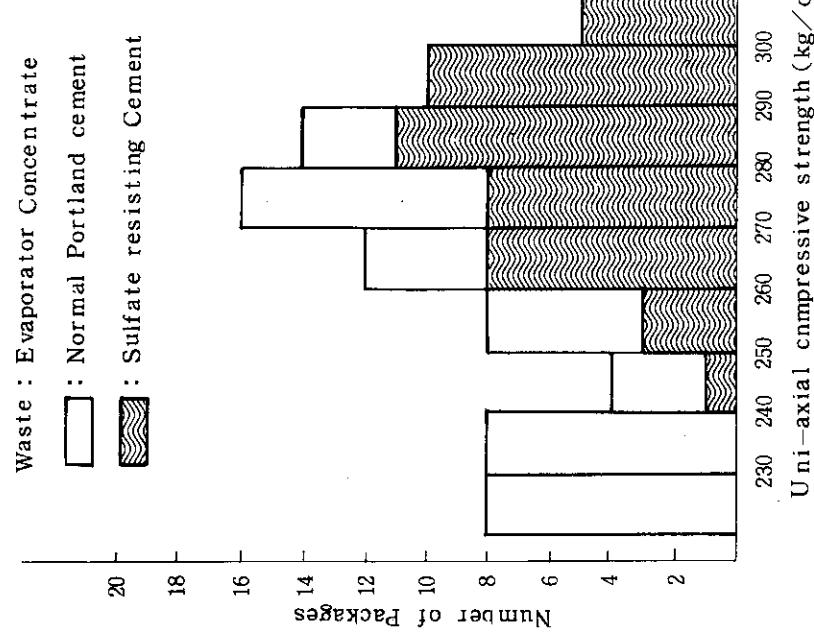


Fig. 11 Distribution of uni-axial compressive strength measured by ultrasonic method.

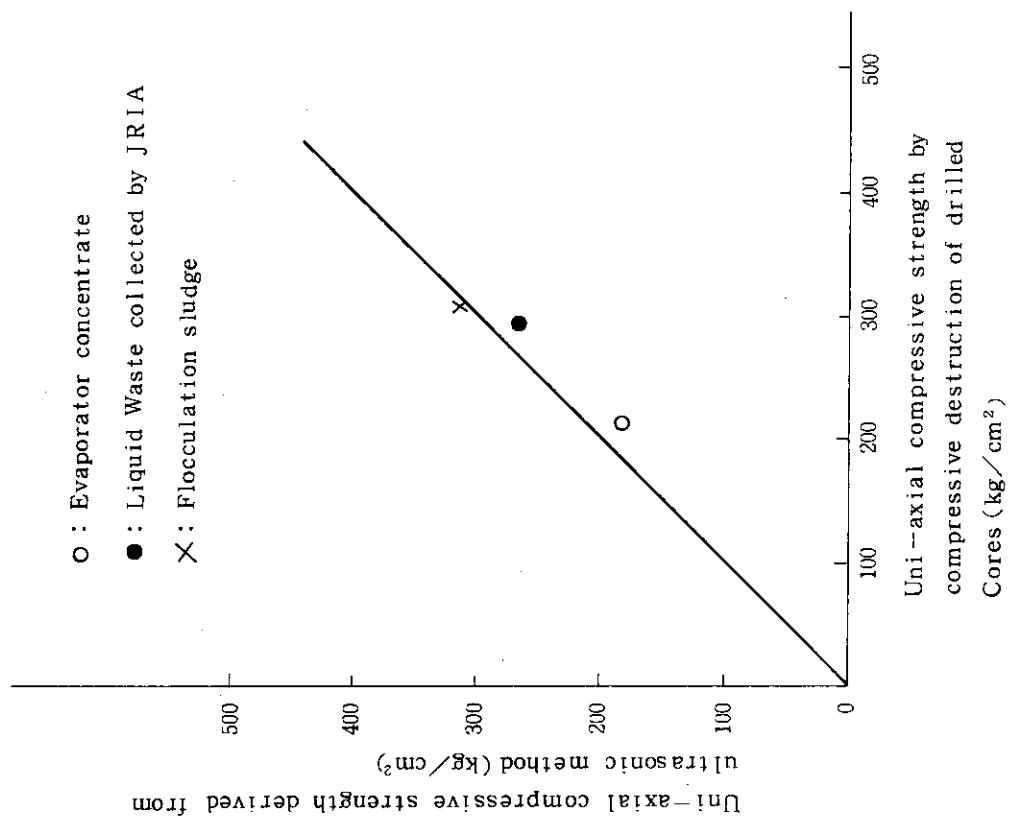
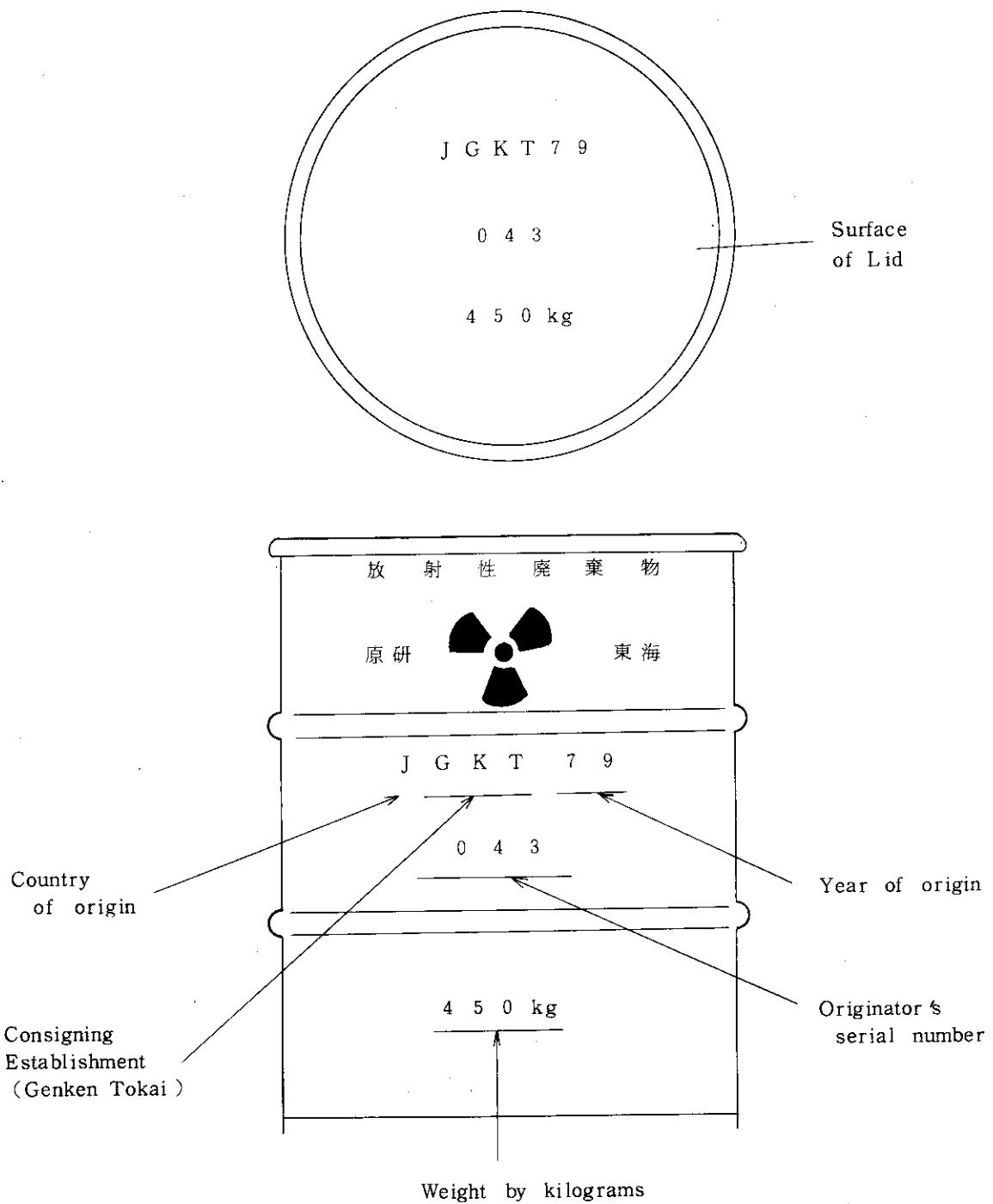


Fig. 12 Relation between uni-axial compressive strength by destruction of drilled cores and that derived from ultrasonic method.



Note) Letter or number be painted and be taller than 75mm.
 Regarding radiation levels, no special marking is necessary
 because all packages are less than 50 mR/h.

Fig.13 Identification marking on package. (Example)

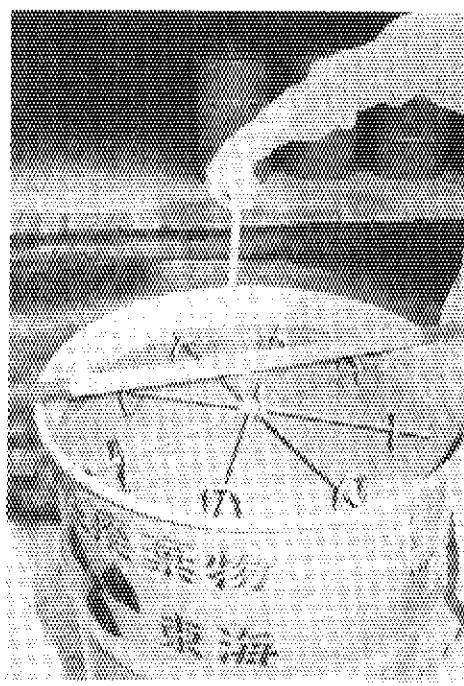


Photo. 1 Top view of Cement Package.

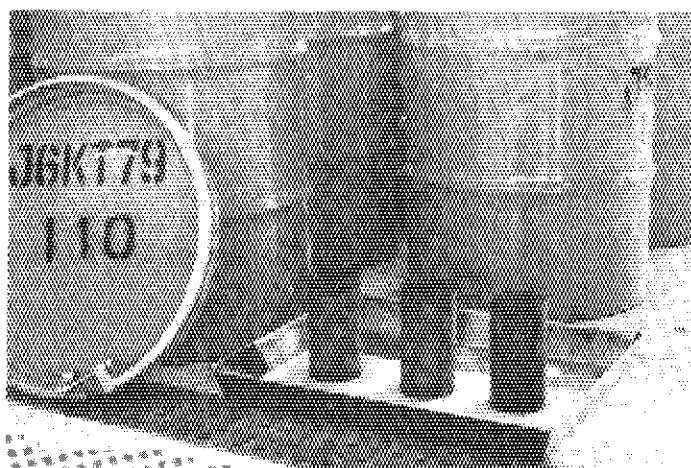


Photo. 2 Specimens for test of compressive strength.



Photo. 3 View of Packages that are type of no capping.



Photo. 4 Curing scene.

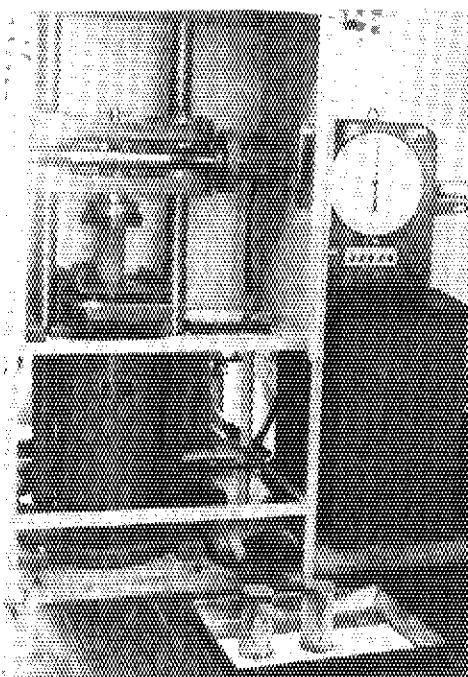


Photo. 5 Compression Testing
Machine.

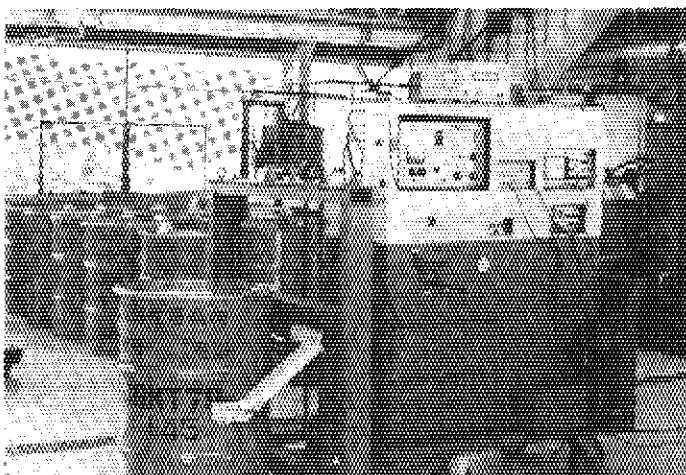


Photo. 6 Ultrasonic
transfer velocity
mesuring Apparatus.



Photo. 7 Scene of
measuring work.

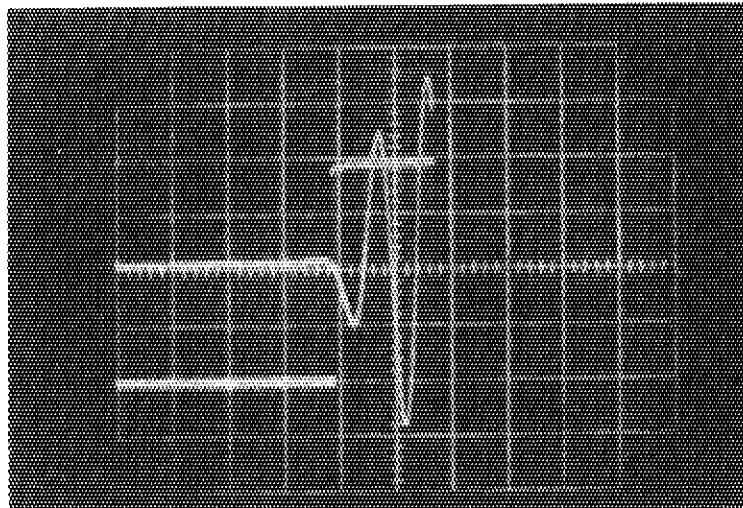


Photo. 8 Pulse shape of
ultrasonic transfer.

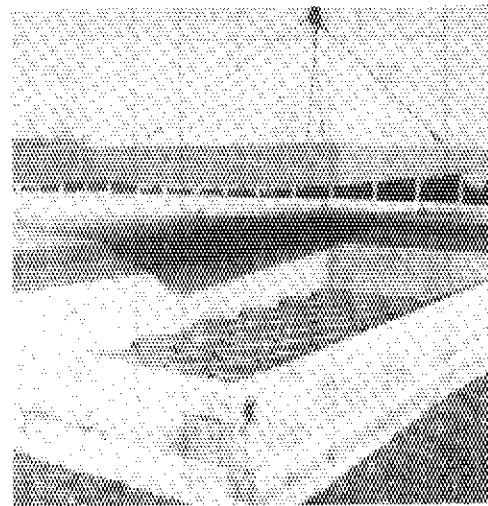


Photo. 9 Storage Pit.

普通ポルトランドセメント

試験成績表

試料名 4月分

昭和53年5月 日



日立セメント株式会社

試験項目	比重	粉末度 比表面積 (cm ² /g)	凝結			安定性 煮沸方法
			水 (%)	始(時一分)	終(時一分)結	
試験成績	3.16	3,120	26.2	2-21	3-26	良
日本工業規格	-	2,500以上	-	60以後	10時間以内	良

試験項目	フローカー値	強さ			水槽温度 (°C)
		曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	3日 28日	
試験成績	260	34	48	69	149
日本工業規格	-	-	-	-	20±3

試験項目	化學成分 (%)				合計
	強熱減量 (kg loss)	不溶残分 (insol)	二酸化ケイ素 (SiO ₂)	酸化アルミニウム (Al ₂ O ₃)	
試験成績	0.6	0.1	21.8	5.3	3.1
日本工業規格	3.0以下	-	-	-	64.9

強さ

圧縮強さ

3日
28日7日
28日

20±3

試験方法はJIS R 5201 (1964) やびJIS R 5202 (1973)、規格はJIS R 5210 (1973)による。

別紙1-(2)

株父セメント試験成績表

日本原子力研究所 銅中 昭和54年10月5日

種類	目	比重	比表面積 (cm ² /g)	凝結			安定性	酸化マグネシウム (%)	二酸化硫黄 (%)	強度減量 (%)	けいさく 三カルシウム (%)	けいさく 三カルシウム (%)
				水量 (%)	始発 (h-min)	終結 (h-min)						
耐硫酸塩セメント	3.21	3.220	25.4	2-25	3-55	良	1.0	1.7	0.5	—	2	—
日本工業規格	普通	—	2,500以上	—	60以後 ^(min)	10以内 ^(min)	良	5.0以下	3.0以下	3.0以下	—	—
	早強	—	3,300以上	—	45以後	10以内	良	5.0以下	3.5以下	3.0以下	—	—
	中庸熱	—	2,500以上	—	60以後	10以内	良	5.0以下	3.0以下	3.0以下	50以下	8以下
	耐硫酸塩	—	2,500以上	—	60以後	10以内	良	5.0以下	3.0以下	3.0以下	—	4以下
種類	目	フローケー値	曲げ強さ (kgf/cm ²)	圧縮強さ (kgf/cm ²)	圧縮強さ (kgf/cm ²)	圧縮強さ (kgf/cm ²)	—	131	224	368	—	20
耐硫酸塩セメント	266	—	33	48	67	—	—	—	—	—	—	—
日本工業規格	普通	—	—	—	—	—	70以上	150以上	300以上	—	—	20±2
	早強	—	—	—	—	—	65以上	130以上	330以上	—	—	20±2
	中庸熱	—	—	—	—	—	—	50以上	100以上	230以上	70以下	83以下
	耐硫酸塩	—	—	—	—	—	—	70以上	140以上	280以上	—	—

参考 昭和54年10月8日 100袋口

アサノ高炉セメント試験成績表

第一セメント株式会社
三井物産

昭和 52 年 3 月 1 日

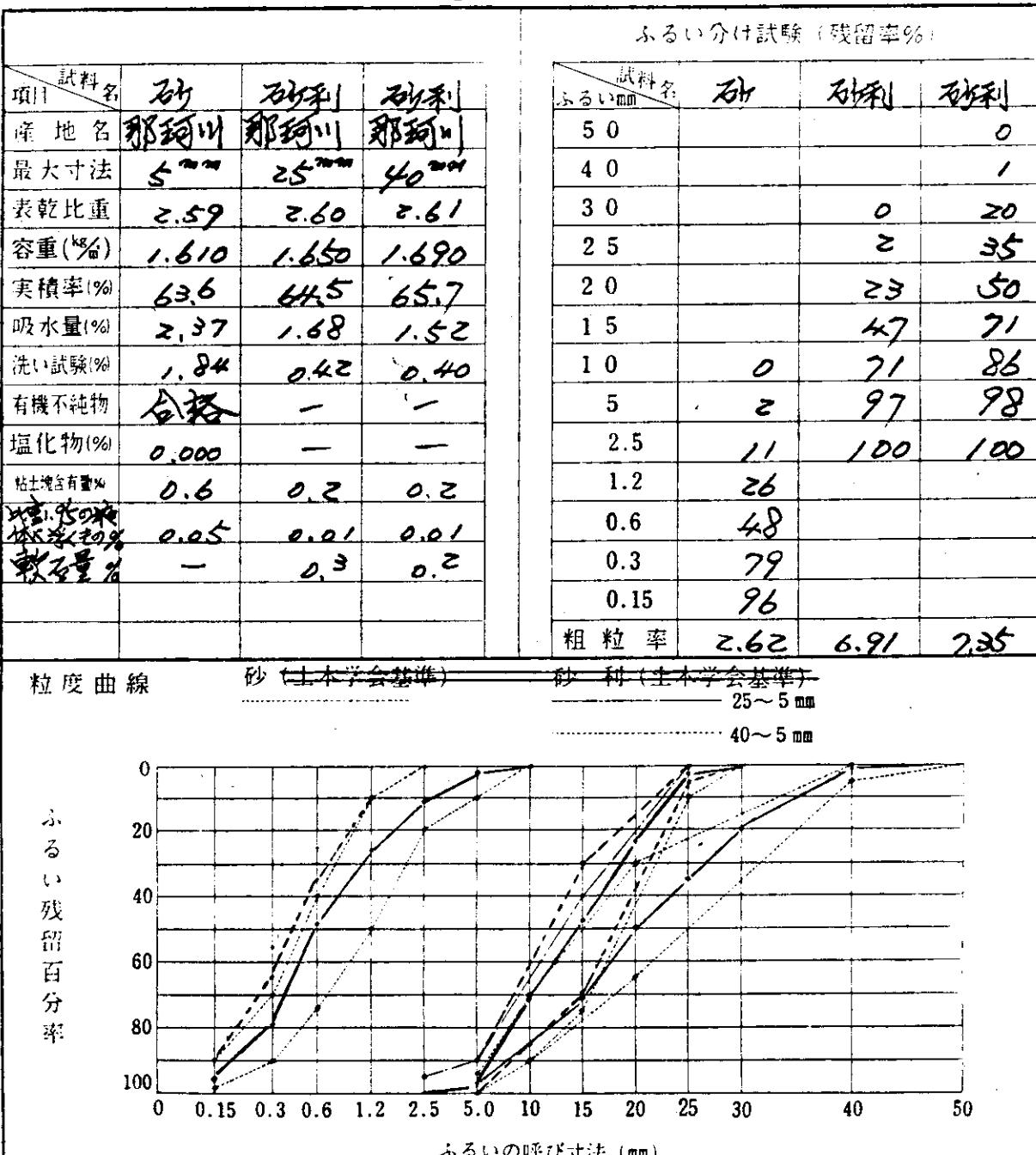
種類	比重	比表面積 (フレーン法) (cm^2/g)	室温 (°C)	凝結		安定性 (煮沸方法)	酸化マグ ネシウム (%)	三酸化 二氧化 (%)	強熱減量 (%)
				水 (%)	度 (%)				
C 種	3.00	4050	21.0	86	28.5	4-11	5-47	良	4.4
J I S A 種	-	3000 以上	20 ± 3	80 以上	-	1-00 以後	10-00 以内	良	5.0 以下
R 5211 B 種	-	3000 以上	20 ± 3	80 以上	-	1-00 以後	10-00 以内	良	6.0 以下
(1973) C 種	-	3300 以上	20 ± 3	80 以上	-	1-00 以後	10-00 以内	良	6.0 以下
種類	フローサ (mm)	曲げ強さ (kg/cm²)	引縮強さ (kg/cm²)	3 日	7 日	28 日	3 月	7 日	28 日
C 種	250	22.7	32.9	62.2	89	154	340	21	20
J I S A 種	-	-	-	-	-	70 以上	150 以上	300 以上	20 ± 3
R 5211 B 種	-	-	-	-	-	60 以上	120 以上	290 以上	20 ± 3
(1973) C 種	-	-	-	-	-	50 以上	100 以上	280 以上	20 ± 3
備考									

別紙 2

骨材試験成績表

昭和 53年 12月 23日

試験年月日 昭和 53年 12月 19~23日

株式会社 日立生コン
日立工場

(日-9) B5 Aモ 100×20

別紙 3

成績表

No. 968

昭和54年1月20日

日本原子力研究所 殿

株式会社 大原計機製作所

三 話 03 = 891 = 0 2 8 4 (代)

- | | | |
|------------|--------|-------------|
| 1. 名 | 称 | ロードセル式表示ばかり |
| 2. 型 | 式 | MD-5LB-1 |
| 3. 製作・修理の別 | 計量 | テク |
| 4. 秤 感 量 | 1000kg | -1kg |
| 5. 器 物 番 号 | 7904 | |

6. 設置場所
7. 檢査場所 ~~社内~~ 貴社
8. 檢査日 54年1月19日
9. 檢査責任者 計量士原善造

成績

備考

検査者

誌日転運置裝化固

年月日曜日

運転開始時刻の点検						分
項目	点検事項	正常	異常	備考	時	分
電源	投 入					
計器類	作動すること 漏洩のおそれない					
廃液系配管	こと					
雑水系配管	"					
排風機	作動すること					
ミキサー	"					
ドラム缶反転機	"					
陶瓶破碎機	"					
真空ポンプ	"					
ミキサーダンバ	"					

固 化 材 料 の 使 用 前 檢 査			
材 料	種 類	状 態	
セ メ ン ト	普 通 (A.B.C)	風 化 な し ()	
※ ² 細 骨 材	川 人 工 輕 量 砂	A, B, C ()	

運転中の点検						備考
項目	点検計器類	時刻	指示値	単位		
真空ポンプ	圧力計	：		cmHg		
コンプレッサ	"	:		kg/cm ²		
ミキサダンパ油圧機	"	:		"		
破碎機油圧機	"	:		"		
フード内負圧	マノメータ	:		mmH ₂ O		

運転中の装置の異常 有、 無

件 条 練 混 り

※ 2 (細骨材の状態)	
A	にぎると手のひらがぬれる。(5~8%)
B	にぎると形を保ち手のひらにわずかに水分がつく。
C	にぎつても形はすぐずれ、手のひらにわずかに湿りを感じる。(0.5~2%)

研究所 研究力 子原子本日

新海 N 306

別紙 5 セメントパッケージ記録票

課長	係長	係

管理番号	J	G	K	T					
------	---	---	---	---	--	--	--	--	--

固化年月日	19 年 月 日	ロット番号		ラン番号				
固化対象物	<input type="checkbox"/> 蒸発濃縮液			<input type="checkbox"/> 化学処理スラッジ		<input type="checkbox"/> 脳槽内沈殿物		
	<input type="checkbox"/> 日本アイソトープ協会原廢液			<input type="checkbox"/> イオン交換樹脂		<input type="checkbox"/> その他		
	固化量 kg.						合計	
	核種	放射能	核種	放射能	核種	放射能	核種	放射能
	⁶⁰ Co	mCi			³ H	mCi	^β T	mCi
	¹³⁴ Cs	mCi			¹⁴ C	mCi	^α	mCi
¹³⁷ Cs	mCi			^α	mCi	³ H	mCi	
	mCi							
(注) ※ ¹ は ³ H を除く。 ※ ² は ²²⁶ Ra, ²¹⁰ Pb, ²¹⁰ Po を除く。								
固化材	<input type="checkbox"/> 普通ポルトランドセメント <input type="checkbox"/> 高炉セメント(B,C) <input type="checkbox"/> 耐硫酸塩セメント <input type="checkbox"/>							
	骨材	<input type="checkbox"/> 有(川砂)	<input type="checkbox"/> 無					
配合	(1パッケージあたり)	セメント kg	骨材 kg	混和材() kg				
キャッピング	<input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 有 (<input type="checkbox"/> コンクリート <input type="checkbox"/> セメントミルク)						
検査	供試体 - 軸圧縮強度			kg/cm ²	測定年月日	19 年 月 日	材令	日
	超音波伝播時間 (μs)	X-X'	① ② ③	平均伝播時間	μs	測定年月日	19 年 月 日	
		Y-Y'	① ② ③	動弾性係数	×10 ⁵ kg/cm ²			
				一軸圧縮強度	kg/cm ²			
	放射線量率 (mR/h)	保管時	搬出時		測定年月日	19 年 月 日		
		①			④			
		②			① ← 1m → ②			
		③			③			
	重量	kg	比重		測定年月日	19 年 月 日		
	表面汚染	<input type="checkbox"/> 10 ⁻⁴ μCi/cm ² 以下 <input type="checkbox"/> 10 ⁻⁵ μCi/cm ² 以下 (O)			測定年月日	19 年 月 日		
外観	<input type="checkbox"/> 良	<input type="checkbox"/> 不良 ()						
保管年月日	19 年 月 日	搬出年月日	19 年 月 日					
備考								

別紙 6

低レベル保管廃棄施設巡視点検表（月報）

点検年月日	昭和年月日	課長	係長	係員
点検者名				

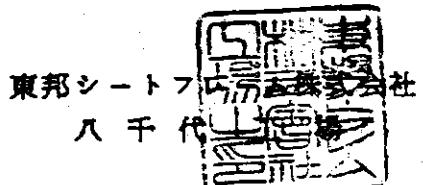
設備番号	点検項目 ピット上蓋外観	1m離れた位置の空間線量率 (mR/h)	設備番号	点検項目 ピット上蓋外観	1m離れた位置の空間線量率 (mR/h)	設備番号	点検項目 ピット上蓋外観	1m離れた位置の空間線量率 (mR/h)
	L-1 L-2 L-3 L-4 L-5 L-6 L-7 L-8 L-9 L-10 L-11 L-12 L-13 L-14 L-15 L-16 L-17 L-18	良・否	L-19 L-20 L-21 L-22 L-23 L-24 L-25 L-26 L-27 L-28 L-29 L-30 L-31 L-32 L-33 L-34 L-35 L-36 <td>良・否 良・否 良・否</td> <td>1m離れた位置の空間線量率 (mR/h)</td> <th>L-37 L-38 L-39 L-40 L-41 L-42 L-43 L-44 L-45 L-46 L-47 L-48 L-49 L-50 L-51 L-52 L-53</th> <td>良・否 良・否 良・否</td> <td>1m離れた位置の空間線量率 (mR/h)</td>	良・否	1m離れた位置の空間線量率 (mR/h)	L-37 L-38 L-39 L-40 L-41 L-42 L-43 L-44 L-45 L-46 L-47 L-48 L-49 L-50 L-51 L-52 L-53	良・否	1m離れた位置の空間線量率 (mR/h)
備考								

項目 場所	周辺の空間線量率 (mR/h)	備 考
東側		
南側		
西側		
北側		

別紙 7

鋼製オーブンドラム(200L)検査成績書(3列)

昭和45年2月29日

日本原子力研究所
東海研究所 証

契約品名 1.6% 200L 黒地溶接全蓋ボルト締内焼缶

契約数量 200 本

ロット番号 76~10782

本ドラムは JIS Z 1600 に基づいた鋼製オーブンドラム(200L)
II級(地板溶接形)であり、下記のとおりであることを証明します。

記

1. 尺寸・容量・重量 合格 JIS Z 1600 による。

表のとおり

区分	内径	内高	輪 帯			天 ぶた				地盤 チャイム	容量 L	重量 kg	
			a	b	c	d	e	f	g				
数値	567±3	830±10	8以上	32以上	11±2	600±5	16±2	12±2	24±3	25±3	200以上	27.0以上	
1	568	832	上 //	下 //	10	11	603	17	11	25	25	211.9	28.3
			上	下									
3			上	下									

2 外 観 良 数量 200 本
不良 数量 0 本

3 気密試験 合格
圧縮空気圧力 1.0 kgf/cm²
合格本数 200 本
漏れ本数 0 本

5. 形状、寸法、容量及び質量 ドラムの形状は、図1に準拠し、寸法、容量及び質量は表2による。

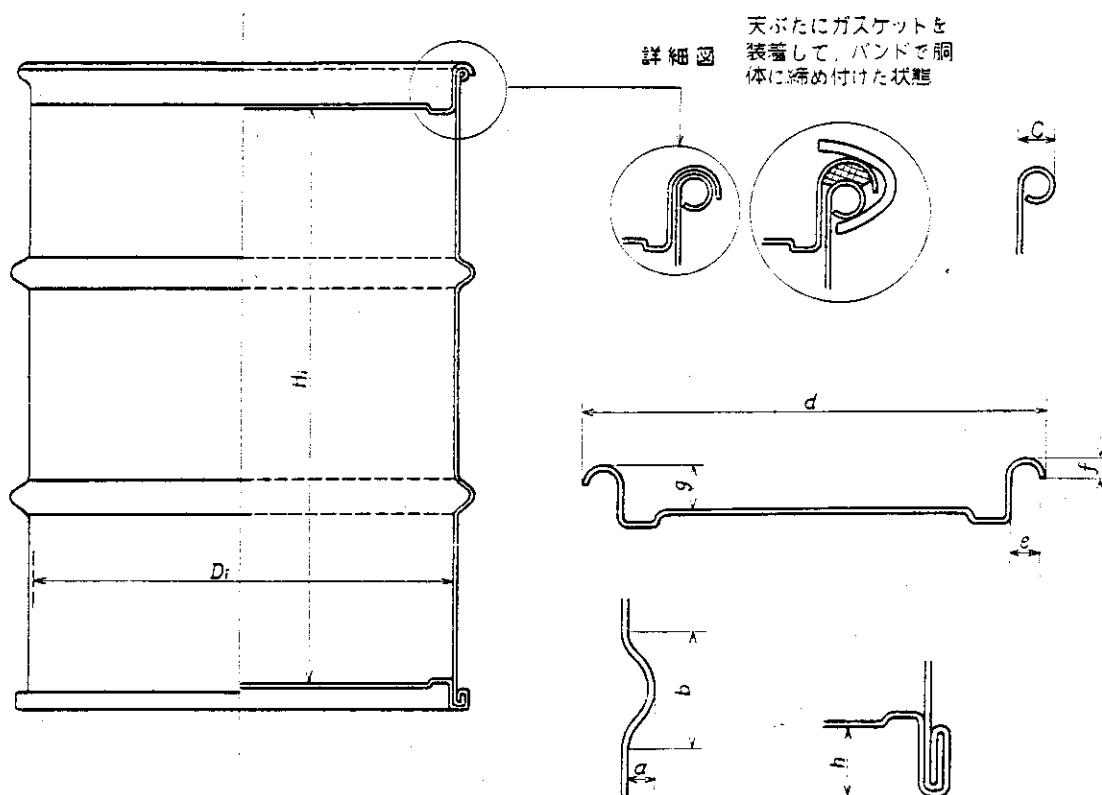
表 2

区分	内径 mm D_t	内高() mm H_t	輪帶 mm		洞カール mm c	天ぶた mm				地 板 チ ヤ イ ム mm h	容 量 l	質 量() kg	
			a	b		d	e	f	g			H 級	M 級
数 値	567	830	8 以上	32 以上	11	600	16	12	24	25	200 以上	27.0 以上	20.0 以上
許 容 差	± 3	± 10	—	—	± 2	± 5	± 2	± 2	± 3	± 3	—	—	—

注 (1) 内高は、天ぶた用ガスケットを接着しない状態の寸法とする。

(2) 質量は、天ぶた用ガスケット、バンドなどの附属品を除いたものとする。

図 1



6. 材 料

6.1 鋼 板 鋼板は、JIS G 3131(熱間圧延軟鋼板及び鋼帯)に規定した鋼板又はJIS G 3141(冷間圧延鋼板及び鋼帯)に規定した鋼板を用いる。ただし、JIS G 3131に規定した鋼板を使用する場合には、1種(SPHC)を用いる。

6.2 バ ン ド 天ぶた締付け用バンドは、JIS G 3131に規定した鋼板を用いる。ただし、板厚は2.0 mm以上とする。

ボルトを用いる場合は、直径9.5 mm以上で、適切な材質を持つものを用いる。

6.3 ガスケット 天ぶた用ガスケットは、内容物に対して適切な品質を持ち密封性のよいものを用いる。