

中華人民共和国工場（セメント）

近代化計画

調査報告書

（要約）

（工源セメント工場）

1985年9月

国際協力事業団

工計鉦
85-195

5
3
1
ARY

中華人民共和国工場（セメント）

近代化計画

調査報告書

（要約）

（工源セメント工場）

1985年9月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1034137[8]

国際協力事業団	
受入 月日 '85.12.26	105
	68.3
登録No. 12278	MPI

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国におけるセメント工場（陝西省耀県および遼寧省工源）近代化計画策定のための調査を行なうこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、半田信吉氏を団長とする調査団を編成し、1985年3月1日から3月24日まで中華人民共和国に派遣した。

同調査団は中華人民共和国政府及び関係機関と協議しつつ、その協力を得て工場の診断、関係資料の収集等を行った。帰国後工場診断の結果をふまえ、関連データの検討、解析等の国内作業を行った。

本報告書は、その結果を取りまとめたものであり、両セメント工場の近代化計画の推進に貢献できれば幸いである。

本調査の実施に当たり多大の御協力をいただいた中華人民共和国政府、在中華人民共和国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

1985年9月

国際協力事業団

総裁

半田信吉

工場所在地



目 次

序 章

1. 調査の背景	-----	1
2. 調査の目的	-----	1
3. 調査対象工場及び主要製品	-----	1
4. 調査の対象範囲	-----	2
5. 調査団の編成及び日程	-----	3

第1章 調査の要約

1. 工場近代化計画系統図	-----	5
2. 工場の概要調査	-----	5
2.1 工場の概要	-----	5
2.2 生産工程及び設備	-----	5
3. 現状分析と問題点	-----	6
3.1 生産工程と設備	-----	6
3.2 生産管理	-----	7
4. 中国側の近代化構想	-----	7
5. 工場近代化計画	-----	8
5.1 近代化計画の内容	-----	8
5.2 生産管理の改善案	-----	9
5.3 実施スケジュール	-----	9
5.4 所要資金	-----	10
5.5 近代化計画実施上の留意点	-----	11

添付図面

図-1 近代化系統図	-----	13
図-2 現状 配置図	-----	15
図-3 現状 原料、焼成設備工程図	-----	17
図-4 現状 仕上、石炭設備工程図	-----	19

図-5	現状	物質勘定図	-----	21
図-6	現状	単線結線図	-----	23
図-7	近代化	配置図	-----	25
図-8	近代化	原料設備工程図	-----	27
図-9	近代化	焼成設備工程図	-----	29
図-10	近代化	仕上設備工程図	-----	31
図-11	近代化	物質勘定図	-----	33
図-12	近代化	単線結線図	-----	35

序 章

序 章

1. 調査の背景

中華人民共和国政府は、西暦2000年までに農業・工業の生産を1980年の4倍に拡大する計画を発表し、計画達成の一環として既存工場改造を強力に推進している。

この方針を具体化するため、中華人民共和国政府はわが国の政府に対しても協力を要請してきており、本調査は、同要請にもとずき国際協力事業団が、中華人民共和国国家経済委員会と署名した、1984年12月18日付けの中華人民共和国工場近代化計画調査実施細則により、実施したものである。

2. 調査の目的

前述の実施細則により、陝西省耀県所在の耀県セメント工場及び遼寧省本溪市所在の工源セメント工場に対し工場診断を実施し、その結果に基づき既存設備の利用に重点をおいた生産管理と製造技術に関する近代計画を提案することを目的とする。

3. 調査対象工場及び主要製品

調査対象工場の所在地、製造方式、主要製品、生産能力は下記の通りである。

3.1 耀県セメント工場

所在地 : 陝西省耀県
製造方式 : 湿式ロングキルン方式
主要製品 : 普通セメント
生産能力 : 年産90～92万吨

3.2 工源セメント工場

所在地 : 遼寧省本溪市

製造方式 : 乾式余熱ボイラー方式
主要製品 : 高炉セメント
生産能力 : 年産56万屯

4. 調査の対象範囲

調査の対象範囲は両工場共下記の通りである。

4.1 工場の概要調査

- (1) 敷地・建物
- (2) 製品及び生産（クリンカー，セメント，品質，生産能力，稼働率等）
- (3) 製造設備
- (4) 組織及び人員
- (5) 原料
- (6) 燃料（価格）
- (7) 生産計画及び生産実績

4.2 生産工程及び設備調査

- (1) 原料受入（破砕機，貯蔵庫）
- (2) 原料調合及び粉砕（秤量機，粉砕機）
- (3) 原料調整（スラリー貯蔵槽，スラリー貯蔵池，原料貯蔵槽）
- (4) 焼成（キルン）
- (5) 冷却（クリンカー冷却機）
- (6) 仕上粉砕（秤量機，粉砕機）
- (7) 電気計装設備
- (8) 余熱発電（ボイラー，タービン，発電機）
- (9) その他（輸送機，集塵器）

4.3 生産管理調査

- (1) 原料調達, 在庫管理
- (2) 運転管理
- (3) 計測制御管理
- (4) 品質管理
- (5) 設備保全管理
- (6) 教育, 訓練
- (7) 安全衛生, 環境管理

5. 調査団の編成及び日程

調査団は、昭和60年3月1日より、3月24日まで現地調査を行った。調査団の編成は下記のとおりである。

5.1 調査団の編成

- | | | |
|------|----------|---------------------|
| 半田信吉 | 宇部興産株式会社 | (団 長, プロセス機械担当) |
| 永富昭生 | 宇部興産株式会社 | (副団長, プロセス, 電気計装担当) |
| 矢寺啓二 | 宇部興産株式会社 | (プロセス担当) |
| 尾形 浩 | 宇部興産株式会社 | (品質管理担当) |
| 羽矢安秀 | 宇部興産株式会社 | (機械担当) |

5.2 調査日程 (昭和60年3月1日～3月24日)

- | | |
|-------|---------------------------|
| 3月 1日 | 北京着,
国際協力事業団北京事務所にて打合せ |
| 3月 2日 | 西安に移動 |
| 3月 3日 | 陝西省建築材料局関係者と打合せ,
耀県へ移動 |
| 3月 4日 | 耀県セメント工場調査 |
| 3月 5日 | 耀県セメント工場調査 |
| 3月 6日 | 耀県セメント工場調査 |
| 3月 7日 | 耀県セメント工場調査 |

- 3月 8日 耀県セメント工場運転状態調査
- 3月 9日 耀県セメント工場調査
- 3月10日 耀県セメント工場関係者と近代化案について協議
- 3月11日 耀県セメント工場調査
西安へ移動
陝西省経済委員会表敬
- 3月12日 北京へ移動
- 3月13日 瀋陽へ移動
- 3月14日 本溪へ移動
工源セメント工場調査
- 3月15日 工源セメント工場調査
- 3月16日 工源セメント工場調査
- 3月17日 工源セメント工場運転状態調査
- 3月18日 工源セメント工場調査
- 3月19日 工源セメント工場関係者と近代化案について協議
- 3月20日 工源セメント工場調査
瀋陽へ移動
- 3月21日 遼寧省経済委員会表敬
- 3月22日 北京へ移動
国家経済委員会表敬
- 3月23日 国際協力事業団北京事務所へ報告
- 3月24日 北京発

第 I 章 調査の要約

第 I 章 調査の要約

1. 工場近代化計画系統図

工場近代化計画系統図は、図 I-1 のとおりである。

2. 工場の概要調査

2.1 工場の概要

工源セメント工場は、遼寧省本溪市に所在し、1942年に生産を開始した乾式余熱ボイラー付キルン方式のキルン 2基をもつ中規模工場であり、その後原料乾燥機を改造して3号キルンとして運転しているが、付帯設備が整備されていないのに加えて、老朽化が著しく正常な運転は望めない。高炉セメントを生産しており、生産能力は年産 56 万 t である。

原料としては、石灰石、水滓、炉灰、鉄粉、石膏が使用されており、石灰石、水滓、炉灰、鉄粉を所要の化学組成となるよう調合して粉碎し、これを焼成してクリンカーを製造する。これに石膏と水滓を混合、粉碎して製品の 425号高炉セメントが製造されている。石灰石は自社鉱山で採掘し、他の原料は外部より購入している。燃料は重油を使用しているが、1985年中に石炭に転換する予定である。

工場組織としては、工場長の下に副工場長 3名、総調度長、技師長各 1名がおり、その下に17の課と10の生産現場がある。総人員は 2,154人で管理人員 160人、技術人員70人を含んでいる。

2.2. 生産工程及び設備

製造方式としては乾式予熱ボイラー付キルン方式を採用しており、各原料は貯蔵庫に受入れられる。石灰、水滓、炉灰は 2基の乾燥機で乾燥された後、鉄粉と共にベルト式供給機で容積計量後、混合して 3基の原料粉碎機により粉碎され、原料貯蔵槽で品質を均質化され、スクリー式供給機で計量され、キルンへ送入される。

3 基のキルンにて焼成されたクリンカーは、再び総合貯蔵庫に貯蔵される。クリンカー、石膏、水滓は 7基の仕上粉碎機で粉碎され、製品となってセメント貯蔵槽に送られる。

設備は建設以来 40 年以上を経て、設備の旧式化と老朽化が進んでおり、ボイラー、タービンの更新が行われている。

設備の配置図、工程図、物質勘定図、単線結線図、計装図を添付し、設備一覧表も記述した。

3. 現状分析と問題点

3.1 生産工程と設備

原料の受入量、製品の出荷量の計量設備が不完全であり、製造工程中にも重量計量器がないので、各工程の生産量は容積計量の結果で管理されている。

製造工程上主要な原料調合、キルンへの粉末原料、燃料の供給及び仕上工程での計量設備が全て容積計量式のもので精度が悪く、品質の変動幅が大きくなっており、運転管理に悪影響を与え熱消費量の増加の一因となっている。

1, 2号キルン排気用電気集塵器は規制値の3倍程度の煤塵を排出しているが、3号キルン、原料乾燥機は集塵設備なしで排出しているので、発塵は著しい。又、上記集塵器で回収されたダストは一ヶ所に集められた後、各キルンに分配されているので、クリンカーの品質変動の一因となっている。

キルンの燃焼器は単純な筒体であり、油圧も低いいため燃焼効率が悪く、熱消費量増加の一因となっている。

クリンカー冷却機は多筒式冷却機で、燃焼用二次空気とクリンカーの熱交換が悪く、キルン熱消費量増加の一因となっている。

余熱ボイラーは老朽化が著しいため、ボイラーチューブの水漏れ事故が多く、月平均 30 ～ 40 時間キルンの操業を停止していると共に蒸気発生量が少ない。

5 基の仕上粉碎機は開回路方式であり、製品の粒度分布は広範囲にわたっており、製品品質向上のため、閉回路化が望ましい。

受電設備は設備の老朽化とともに遮断容量、保護協調等設備の安全性に問題があるとともに、現場で単独運転されている設備が多く、総括制御設備の更新が望ましい。

計装設備は数は少ないが、指示計、記録計等が設置されている。しかし、故障しているものが多く、計測制御系も僅かで運転は人間の勘によって行われている。

3. 2 生産管理

使用原燃料のうち、石膏、重油については品質が安定しており問題ないが、石灰石については、品質は安定しているが、MgO の含有率が多く、これに対処するため新鉱山を開発中である。水滓も同様MgO が多く、硝子質が少ない。又、鉄粉は品質の変動が大きいと共に炉灰は炭素分の変動が大きく、鉄粉、炉灰の品質安定と水滓の品質改善が望ましい。

計量が容積計量で精度が悪いのに加えて上記の原料の変動が大きく、総合貯蔵庫での他原料の混入もあり、原料粉砕機出口での品質の変動は大きい。

原料貯蔵槽での品質の均質化効果は少なく、送入原料の品質の変動が大きいと共に、回収ダストの輸送設備の問題もあり、クリンカーの品質変動は大きく、貯蔵庫に入るクリンカー温度も高い。

仕上工程で水滓、石膏の混入率、セメント細度の変動が上記に加わり、製品品質の変動を大きくしている。

運転管理としては、連続的に同じ基準（考え方）で運転されるとともに、漏入空気防止、キルン排ガス分析等、きめこまかい管理が望ましい。

突発故障によるキルンの休転回数が年 137回もあり、非常に多い。このため設備の保全が休転中に充分行われていない。

4. 中国側の近代化構想

工場の近代化に当っては、先進性と経済性を主眼とすることが一般的であるが、既存工場の改造であるため、既存工場を有効に利用すること、改造工事による既存設備の休止期間を短くすること、投資を少なくするという課題を勘案すると共に、余熱ボイラー方式を採用しているため、余熱発電量を勘案すれば新鋭の仮焼炉付キルン方式と経済的には殆ど差がないため、中国側は、1, 2号キルンについては現状の余熱ボイラーのままで近代化することを希望している。又、3号キルンについては余熱ボイラー方式と仮焼炉付キルン方式の二案について検討することを希望している。各案の具体的目標は下記の通りである。

(1) 余熱ボイラー方式での近代化

(a) 熱消費の低減

現状クリンカー1 坩を製造するため1,440 Kcal消費しているが、これを1,300 Kcalまで低減させる。（低位発熱量基準）

(b) 余熱発電量の増加

ボイラーを更新し、余熱発電量を増加する。

(c) 生産量の増加

現状キルン内表面積当り時産 35 疋を 38 疋に増加する。

(d) クリンカー品質の向上

クリンカー強度を現状 620号より 650号に向上する。

(e) 計測、計量の自動化

(f) 生産管理の改善

(2) 3号キルンの近代化

(a) 改造後の工場の総生産能力を、クリンカー年産約 60 万 t、セメント年産約 100 万 t とする。

(b) 製造方式としては余熱ボイラー方式と仮焼炉付キルン方式の二案を検討する。

(c) 余熱ボイラー方式の場合は、キルン寸法は既設のものと同じとし、ボイラー、タービンは 3号専用のものを新設する。

5. 工場近代化計画

5.1 近代化計画の内容

現在と同じ原料を使用し、同様の製品を製造することを前提に下記の内容を提案する。

(1) 余熱ボイラー方式のままでの近代化

熱消費量の低減については、クリンカー冷却機の改造、燃焼器の改造、各種計量器の改造、キルンダスト輸送設備の改造を行う。

余熱発電量の増加に対してはボイラーの更新を行い、クリンカー品質の向上に対しては原料配合率の変更によるクリンカー品質の向上と仕上粉碎機の閉回路化を行う。

計測、計量の自動化については計測設備、制御回路の新設、総括制御設備の更新、一部電動機の更新を行う。尚、受配電設備については実施時期の早い 3号キルンの近代化時に更新する様計画した。

製造環境の整備として、キルン排ガス用電気集塵器の改造、クリンカー冷却器排ガス用電気集塵器の新設を行う。尚、原料乾燥機排ガス用電気集塵器については、3号キルンの近代化時に新設するよう計画した。

上記により、熱消費量は1,200 Kcalまで低減されることが期待されるため、熱消費量の低減とキルン焼成帯熱負荷の増加により、クリンカー生産能力は現状キルン 2基合計日産 1,104 t が 1,440 t に増加することが期待されるので、関連設備の生産能力増加を行う。

(2) 3号キルンの近代化

製造方式については、既存の1, 2号キルンが余熱ボイラー方式で運転されること、石灰石中に塩素分が多く仮焼炉付キルン方式では運転上問題が出る可能性が強く、製造原価も余熱ボイラー方式に比して高くなることが予想されること、本溪市の電力需給に余裕がないこと等を勘案し、余熱ボイラー方式を採用した。

キルン寸法は既設1, 2号キルンと同一寸法にて新設し、クリンカー生産能力も同様日産 720t と設定した。近代化計画完了後の工場全体のセメント生産能力は年産 105万 t が期待される。当初 3号キルンの近代化を行い、引続き 2号, 1号と近代化するよう計画した。

設備の内容としては石灰石、調合粘土乾燥機の改造と電気集塵器の新設、原料調合用計量器の改造、蛍光X線分析装置の新設、原料貯蔵槽のうち2基の混合貯蔵槽への改造、キルン送入原料、吹込炭の計量器の改造、燃焼器、クリンカー冷却機の改造、キルン排ガス用及びクリンカー冷却機用電気集塵器の新設、余熱発電用ボイラー、タービン、発電機の新設、仕上粉碎機の増設を行う。電気計装設備としては、計測設備、制御回路の新設、受配電設備、総括制御設備の更新、一部電動機の更新を行う。

5. 2 生産管理の改善案

設備の近代化と並行して、生産管理の改善が必要であり、設備、原燃料、人材管理の改善が必要である。工場の生産活動は人間によって行われるので、人材の養成と啓発、職場風土の活性化が望ましい。生産管理の基本的考え方と各工程の運転管理、計量管理、品質管理、保安全管理改善策の要点を述べた。

5. 3 実施スケジュール

3基のキルンを同時に改造を行えば早期に完了するが、セメントの需給関係上無理と考え、キルン 1基ずつ改造するよう計画した。

改造工事による操業休止損失を少なくするため、3号キルンを当初に改造し、引き続き2号、1号の順に改造するよう計画した。

尚、この実施スケジュールは、日本で近代化計画を実施した場合を想定して作成してあるので、中国の実情に合わせて再検討する必要がある。

3号キルンの近代化は、1986年2月初めに設備発注を行い、1988年6月に近代化を完了、2号キルン1989年3月、1号キルン1990年1月に完了が期待される。既存の3号キルンは現地工事着手前に撤去することとし、3号キルン近代化時の1、2号キルンの休止期間は0.5ヶ月であり、2号、1号キルンの近代化時の当該キルンの休止期間は夫々6ヶ月となる。

5.4 所要資金

近代化計画の総所要資金を試算すべきであるが、中国内での費用については、不詳な点が多いので、中国側関係者との合意により、日本で所要機器を調達し中国港に輸送する迄の概要費用を試算した。

設備費用の他に中国側運転員の日本に於ける実習費用、機器の据付、試運転指導のための指導員の受入費用も試算した。

今回の調査範囲外の鉱山、石炭設備、出荷設備、共通設備等については、含まないと共に、スチールストラクチャー（鉄骨、製缶品）、既存設備の補修費用等は除外した。

試算条件としては、1985年10月末までの参考価格である。

試算の結果は下記の通りである。

(単位：百万円)

	設備費用	技術指導費	合計
3号キルンの近代化	4,529	254	4,783
予熱ボイラー方式までの近代化	2,999	97	3,096
(1,2号キルンの近代化)			
合計	7,528	351	7,879

尚、共通設備の改造費用は3号キルンの近代化費用に含まれているので、1、2号キルンのみを近代化する場合、上記より増加する。

5. 5. 近代化計画実施上の留意点

本近代化計画は、現地調査時に中国側より提供された資料、中国側との協議等に基いて作成したもので、完全に工場の実情を把握したとはいえ、今回の調査範囲外の鉱山、石炭、出荷設備等についても検討が必要であると共に、実施スケジュール、所要金額については日本で本計画を実行した場合を想定して作成したものである。工場の実情に合わせて近代化の考え方、改造内容他について、近代化の主体である中国側関係者で十分に再検討し、最終計画立案の後実施に移されるべきである。

使用原燃料のうち受入時の品質変動の大きい鉄粉、炉灰は、購入先との交渉、代替品への転換等により受入品の安定化が望ましい。本年、転換が予定されている石炭については、特に受入品質の安定が必要であり、品質の不安定が想定されれば、工場内に混合設備の設置を考慮すべきである。

近代化計画の検討、立案、実施を通じて十分な知識と経験をもつ技術者集団による実行組織が必要であり、工場のみで不十分であれば中国内のセメント設計院、外国のコンサルタントの起用も検討すべきであろう。

添付図面

図-1
近代化系統図

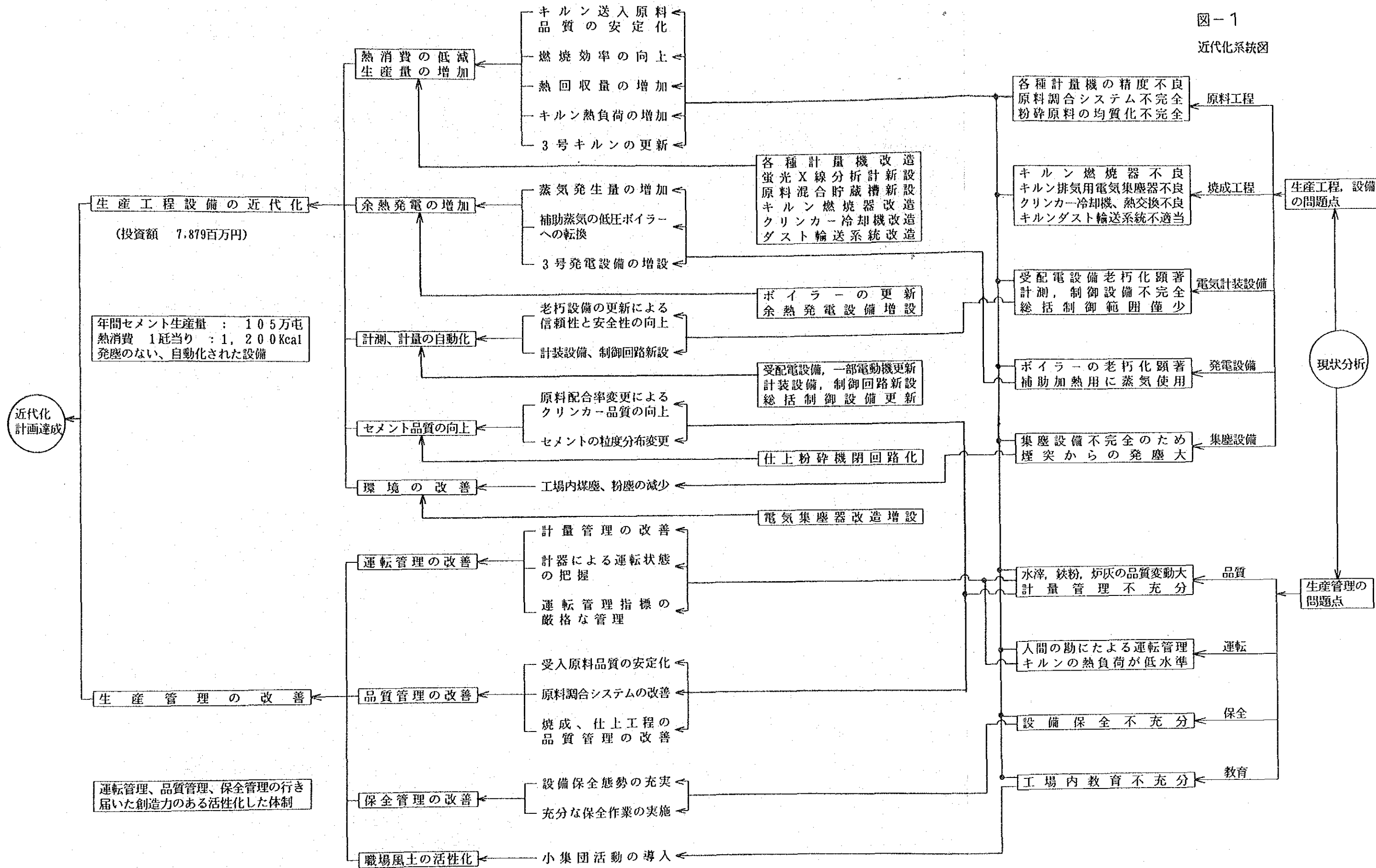
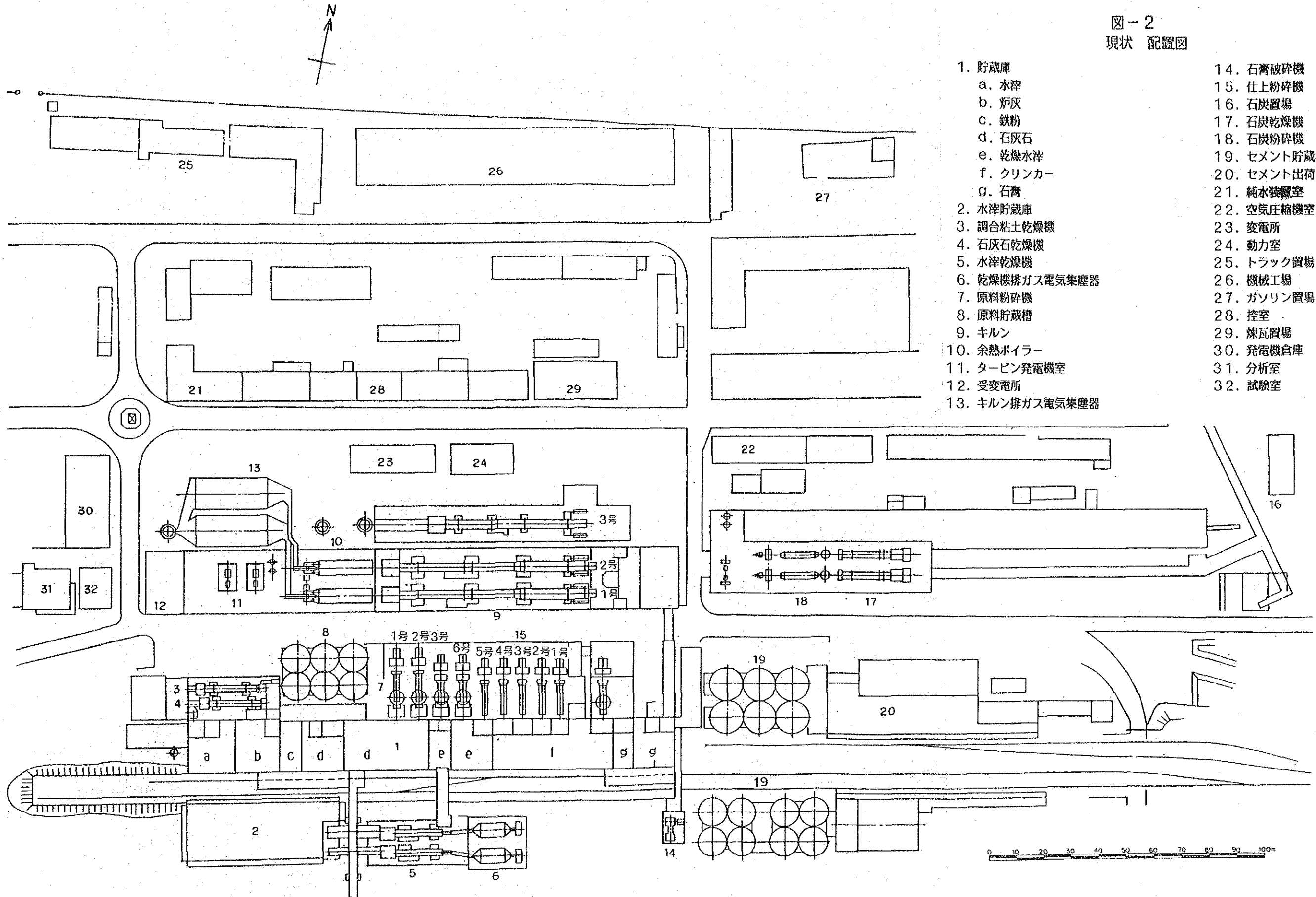


図-2
現状 配置図



- | | |
|-----------------|-------------|
| 1. 貯蔵庫 | 14. 石膏破碎機 |
| a. 水滓 | 15. 仕上粉碎機 |
| b. 炉灰 | 16. 石炭置場 |
| c. 鉄粉 | 17. 石炭乾燥機 |
| d. 石灰石 | 18. 石炭粉碎機 |
| e. 乾燥水滓 | 19. セメント貯蔵槽 |
| f. クリンカー | 20. セメント出荷室 |
| g. 石膏 | 21. 純水装璽室 |
| 2. 水滓貯蔵庫 | 22. 空気圧縮機室 |
| 3. 調合粘土乾燥機 | 23. 変電所 |
| 4. 石灰石乾燥機 | 24. 動力室 |
| 5. 水滓乾燥機 | 25. トラック置場 |
| 6. 乾燥機排ガス電気集塵器 | 26. 機械工場 |
| 7. 原料粉碎機 | 27. ガソリン置場 |
| 8. 原料貯蔵槽 | 28. 控室 |
| 9. キルン | 29. 煉瓦置場 |
| 10. 余熱ボイラー | 30. 発電機倉庫 |
| 11. タービン発電機室 | 31. 分析室 |
| 12. 受変電所 | 32. 試験室 |
| 13. キルン排ガス電気集塵器 | |

図-3
現状 原料、焼成設備工程図

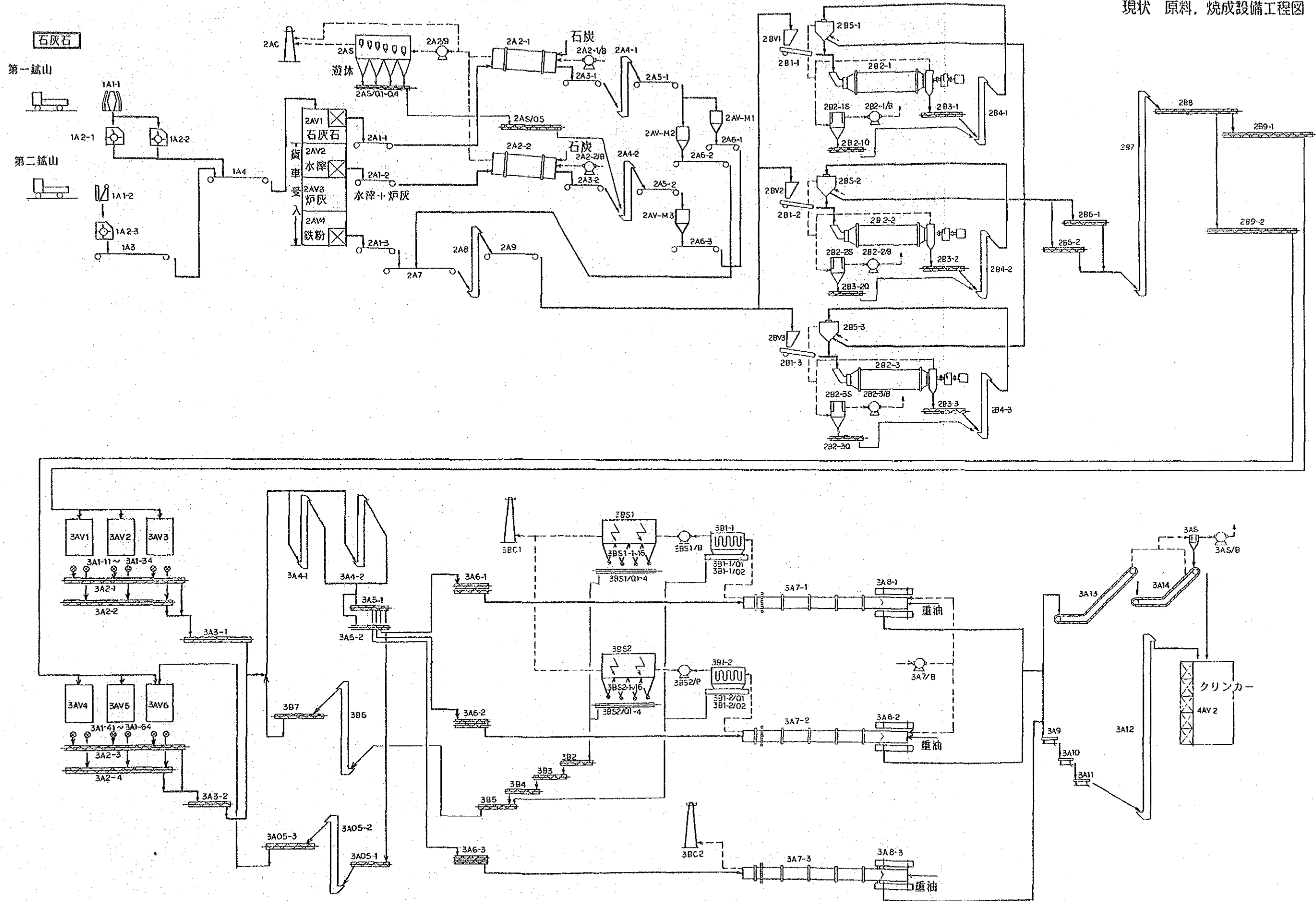
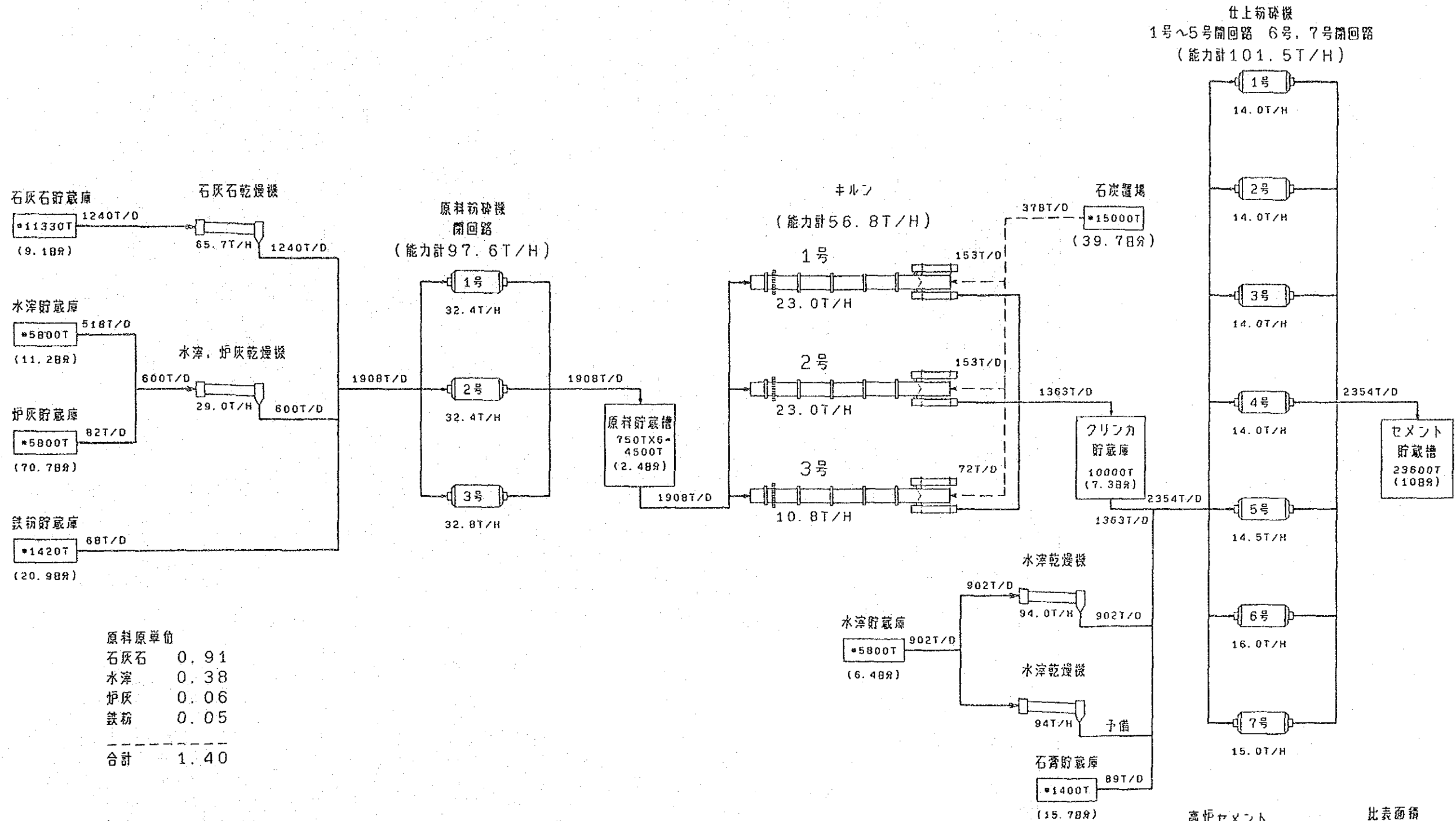


図-5
現状 物質勘定図



原料原単位

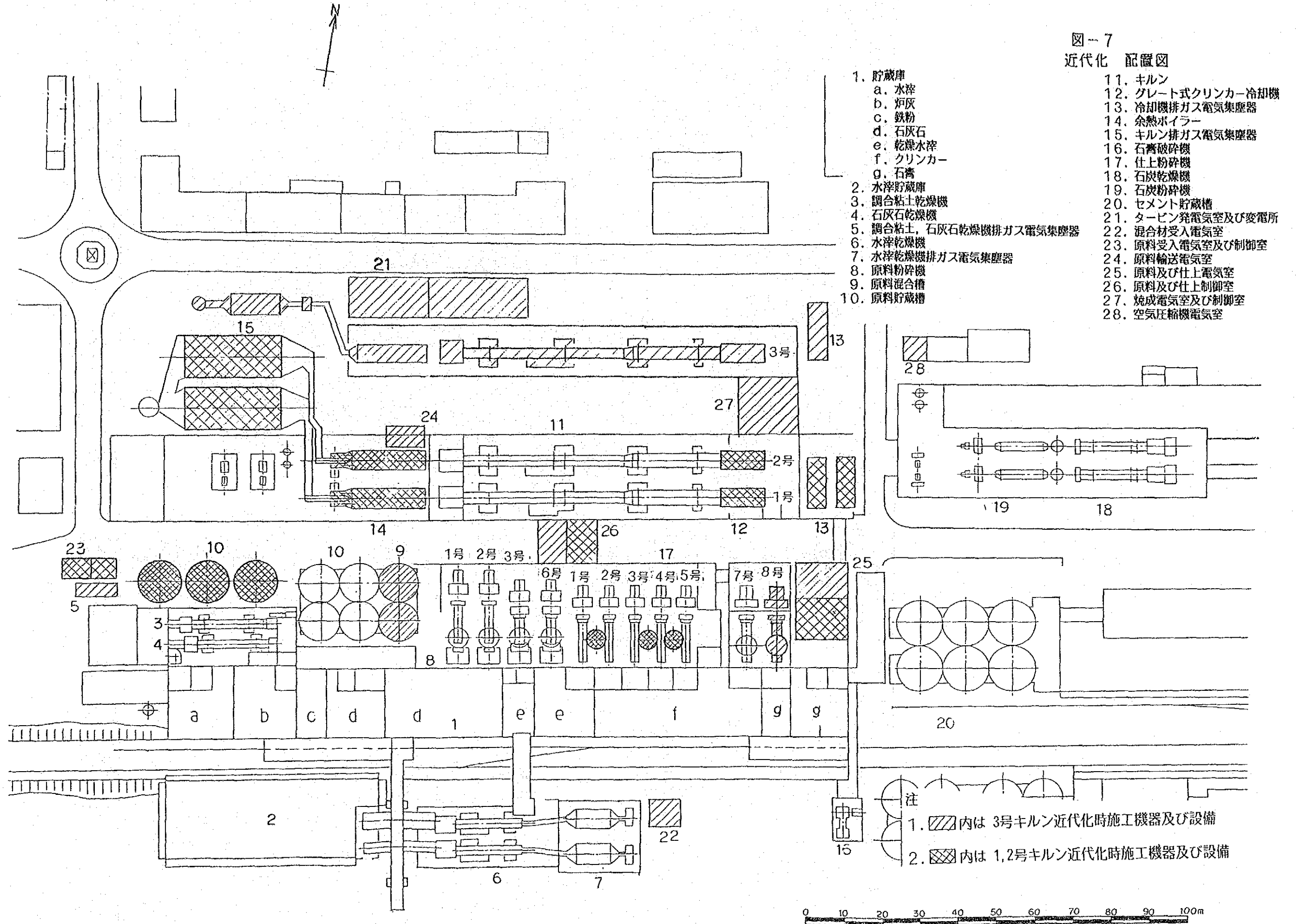
石灰石	0.91
水淬	0.38
炉灰	0.06
鉄粉	0.05
合計	1.40

注
1. *印の数値はウェットベースを示しそれ以外はドライベースを示す

高炉セメント 比表面積 2850Cm²/g

クリンカー	57.9%
水淬	38.3%
石膏	3.8%
合計	100.0%

図-7
近代化 配置図



- | | |
|------------------------|-------------------|
| 1. 貯蔵庫 | 11. キルン |
| a. 水淬 | 12. グレート式クリンカー冷却機 |
| b. 炉灰 | 13. 冷却機排ガス電気集塵器 |
| c. 鉄粉 | 14. 余熱ボイラー |
| d. 石灰石 | 15. キルン排ガス電気集塵器 |
| e. 乾燥水淬 | 16. 石膏破砕機 |
| f. クリンカー | 17. 仕上粉砕機 |
| g. 石膏 | 18. 石炭乾燥機 |
| 2. 水淬貯蔵庫 | 19. 石炭粉砕機 |
| 3. 調合粘土乾燥機 | 20. セメント貯蔵槽 |
| 4. 石灰石乾燥機 | 21. タービン発電気室及び変電所 |
| 5. 調合粘土、石灰石乾燥機排ガス電気集塵器 | 22. 混合材受入電気室 |
| 6. 水淬乾燥機 | 23. 原料受入電気室及び制御室 |
| 7. 水淬乾燥機排ガス電気集塵器 | 24. 原料輸送電気室 |
| 8. 原料粉砕機 | 25. 原料及び仕上電気室 |
| 9. 原料混合槽 | 26. 原料及び仕上制御室 |
| 10. 原料貯蔵槽 | 27. 焼成電気室及び制御室 |
| | 28. 空気圧縮機電気室 |

注
 1. 斜線内は 3号キルン近代化時施工機器及び設備
 2. 格子内は 1,2号キルン近代化時施工機器及び設備

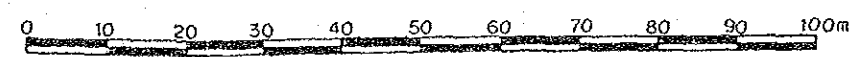
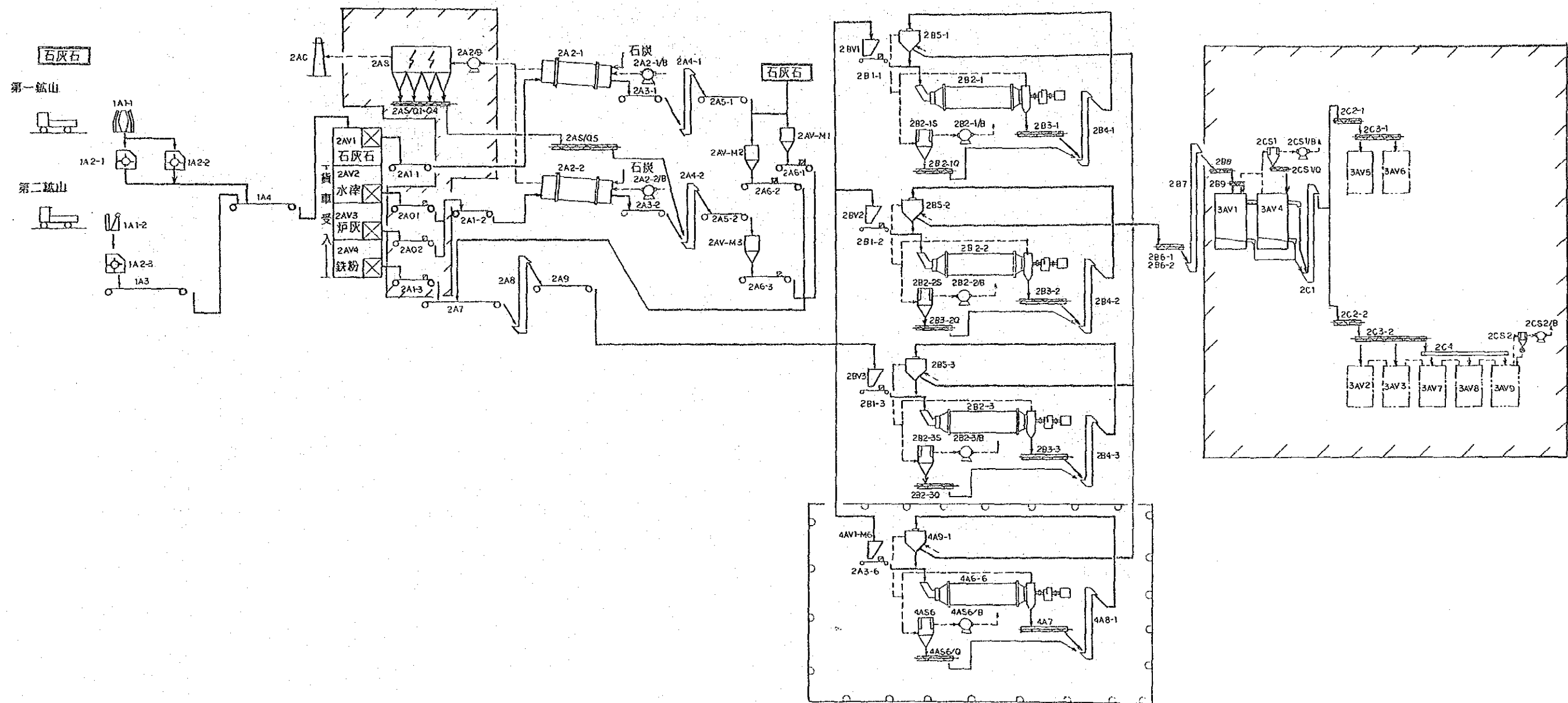
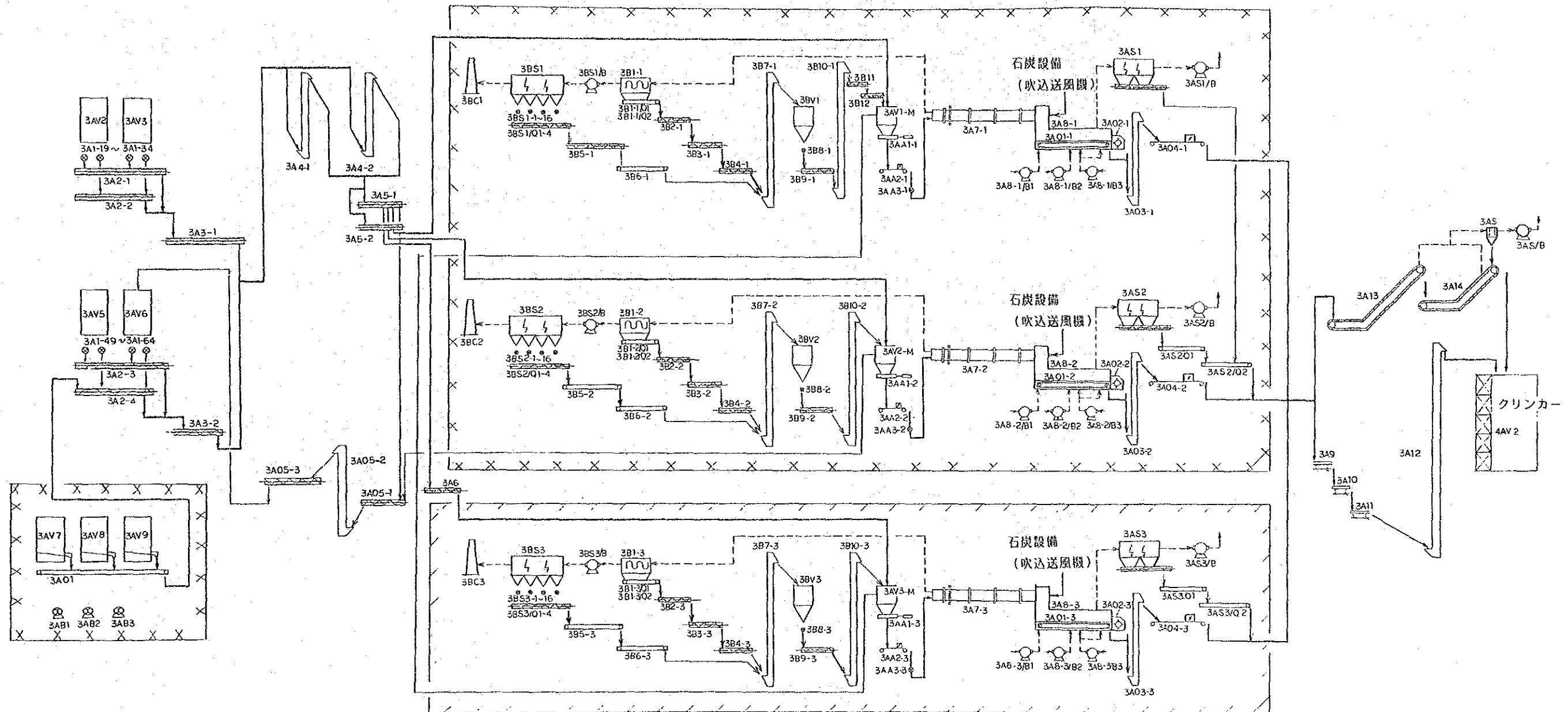


図-8
近代化 原料設備工程図



- 注
1. []内は、3号キルン近代による改造及び新設機器
 2. []内は、1号、2号キルン近代化時、仕上粉碎機を転用

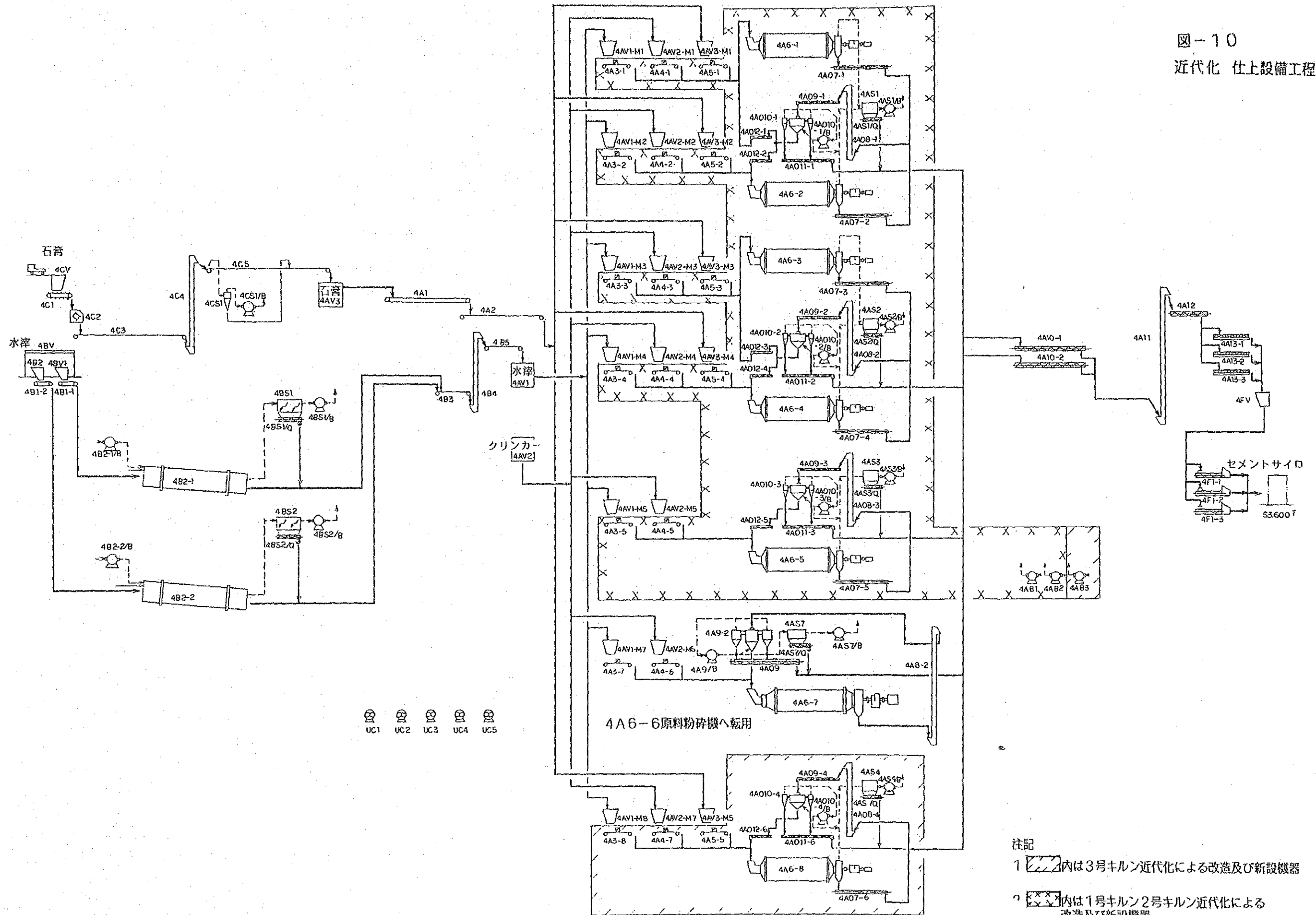
図-9
近代化 焼成設備工程図



注記

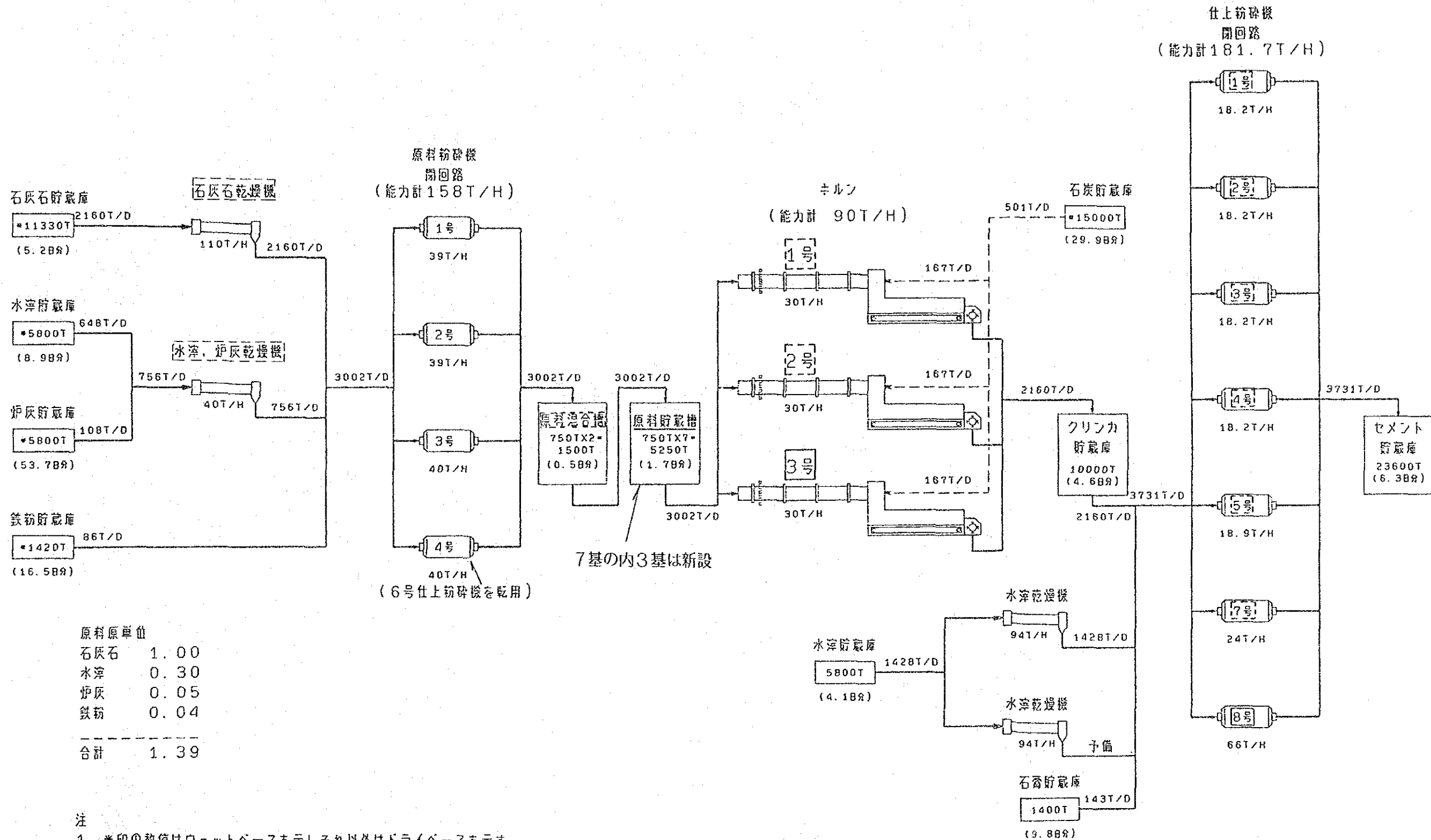
1. 内は3号キルン近代化による改造及び新設機器
2. 内は1号キルン2号キルン近代化による改造及び新設機器

図-10
近代化 仕上設備工程図



注記
 1 内は3号キルン近代化による改造及び新設機器
 2 内は1号キルン2号キルン近代化による改造及び新設機器

図-11
近代化 物質勘定図



JICA

LIB