

4 財務分析及び経済評価

4. 財務分析及び経済評価

4.1 財務分析

本財務分析では鑄造工場及び製缶工場の近代化計画を各々独立したプロジェクトとして評価を行った。

1) 財務分析の基本方針

(1) Discounted Cash Flow Methodの採用

プロジェクトの採算性の評価手法、あるいは設備投資決定の手法として広く用いられているDiscounted Cash Flow Methodを財務分析の手法として用いる。

先ず下記の算式により"X"(IRR=Internal Rate of Return)を求め更に公的割引率(Official Discount Rate)=15%での純現在価値(NPV=Net Present Value)を算定し投資の可否を判断した。

$$\text{算式 } I = Q1 / (1+X) + Q2 / (1+X)^2 + \dots + Qn / (1+X)^n + S / (1+X)^n$$

I = 投資額

Q1-Qn : 各年の生産コストの節約額 (減価償却費、利子、税金は含まない。)

S : 残存価格

(2) プロジェクトからの利益額として原価の予想節約額を採用

既設工場の近代化の効果を判定する場合、既投資分と新規投資分の効果が重複する。又、本近代化計画対象の工作工場はエルテニエンテ事業部内では補助サービス部門として位置づけられている。従って、プロジェクトからの利益額の測定の為に次のような方法を採用した。

本近代化計画を実施せず、既存の設備機器で生産計画の目標生産量を達成した場合の原価(A)を算定し、一方近代化計画を実施し、生産計画の目標生産量を達成した場合の原価(B)を見積り、それらの原価の差額(A-B)を以て近代化計画を実施した場合の投資の利益とみなした。

2) 財務分析の基本条件

財務分析の基本条件は以下の通りである。

・プロジェクト期間：10年（近代化計画の為の投資完了後）

・価格：1986年の価格をベースとし固定した。

・機械設備の残存価格

減価償却期間：10年

残存価格：購入価格の5%

・生産計画

市場調査の上計画された工場生産能力を基に作成した生産計画を表4.1-1に示す。

表4.1-1 生産計画

(単位：トン)

工場 \ 年	1987	1988	1989
鑄造工場	(80) 6,370	(90) 7,200	(100) 8,000
製缶工場	(85) 2,351	(91) 2,539	(100) 2,780
構造物	1,841	1,989	2,180
修理	510	550	600

() : 1989年生産量を100とした場合の生産量

3) 工場近代化計画が実施されない場合の原価

(1) 鑄造工場

表4.1-2は既存の機器設備で生産計画の1989年生産量8,000トンを生産した場合のトンあたり単位を示している。

表4.1-2 鑄造工場製品トン当り原価

(単位: US\$)

原価要素	製品	鑄 鋼	鑄 鉄	非 鉄
1. 原材料費		292.9	304.7	958.1
熔 解		242.5	254.3	907.7
造 型		37.9	37.9	37.9
木 型		4.3	4.3	4.3
仕 上		8.2	8.2	8.2
2. 変動間接費		53.5	63.2	31.4
電 力		43.9	42.5	30.2
燃 料		7.0	20.7	1.2
酸 素		2.6		
3. 固定間接費		5.3	5.3	5.3
電 力		4.2	4.2	4.2
燃 料		1.1	1.1	1.1
4. 人件費		193.2	193.2	193.2
5. その他間接費		198.9	198.9	198.9
保全・修理費		129.3	129.3	129.3
機器サービス費		16.5	16.5	16.5
管理費配賦		49.9	49.9	49.9
その他の費用		3.2	3.2	3.2
6. 合 計		743.8	765.3	1,386.9

尚、鑄造工場製品トン当り原価の計算根拠は次の通りである。

・原材料

1986年予定と同じと仮定した(変動費扱いとした)。

・変動間接費

1986年予定と同じと仮定した(変動費扱いとした)。

・固定間接費

操業に関係なく固定間接費(固定電力料、固定燃料費)は不変とし、1986年予定と同じと仮定した、従って操業度の上昇(5,540トン→8,000トン)に応じてトン当り原価は低下した。

・人件費

操業度の上昇に応じて、人員は204人に増加すると仮定した。

尚、必要人員算定にあたっては、1985年実績の生産性をベースとした。

• その他間接費

“保全／修理”は次のように分解した。

工作部門のメインメンテナンス工場からのサービス	(A+B)	58.1%
内訳	人件費 (A)	37.3%
	その他の費用 (B)	20.8%
その他の部門からのメンテナンス サービス	(C)	41.9%
合 計	(A+B+C)	100.0

(B)、(C)のトン当り原価は1986年予定と同じと仮定(変動費扱い)、一方(A)の人件費については、操業度の上昇に応じて人員が表4.1-3に示すように増加すると仮定しトン当り原価を算定した。

表4.1-3 メンテナンス工場の人員増及び人員増負担比率

メンテナンス工場の人員増		人員増の負担比率	
ROL “B”	8名	鑄造工場	85%
ROL “C”	2名	製缶工場	15%
合計	10名	合計	100%

“機器サービス費”及び“その他の費用”は1986年予定と同じと仮定した。

“管理費の配賦額”と固定費であるので操業度の上昇に応じてトン当り単価は低下した。

(2) 製缶工場

表4.1-4は既存の機器設備で生産計画の1989年目標生産量を生産した場合のトンあたり単価を示している。

表4.1-4 製缶工場製品トン当り原価

(単位: US\$)

製品 原価要素	構造品	修理
1. 原材料	793.0	36.0
製 缶	793.0	36.0
2. 変動間接費	13.4	25.0
電 力	4.0	9.0
石 油	3.0	
酸 素	5.0	11.0
ガ ス	1.4	5.0
3. 固定間接費	0.2	0.2
電 力	0.2	0.2
4. 人件費	311.7	311.7
5. その他間接費	78.8	78.8
保全・修理費	36.5	36.5
機器サービス費	0.4	0.4
管理費配賦	39.2	39.2
その他の費用	2.7	2.7
合 計	1,197.1	451.7

尚製缶工場製品トン当り原価の計算根拠は次の通りである。

- 原材料費——1986年予定と同じと仮定した。
- 変動間接費——1986年予定と同じと仮定した。
- 固定間接費——操業に関係なく固定とした。
- 人件費

操業度の上昇に応じて人員は124名に増加すると仮定した。

尚必要人員の算定にあたっては、1985年の生産性を参考とした。

- その他の間接費

“保全・修理費”については鑄造工場製品トン当り原価の計算根拠を参照のこと。

“機器サービス費”及び“その他の費用”は1986年予定と同じと仮定した。

“管理費の配賦額”は固定費であるので操業度の上昇に応じてトンあたり単価は低下した。

4) 工場近代化計画が実施された場合の原価

(1) 鑄造工場

表4.1-5は近代化計画を実施する事により、生産計画の1989年生産量 8,000トンを生産した場合のトン当り単価を示している。

表4.1-5 鑄造工場製品トン当り原価

(単位: US\$)

原価要素	製品	鑄 鋼	鑄 鉄	非 鉄
1. 原材料費		292.9	304.7	958.1
熔 解		242.5	254.3	907.1
造 型		37.9	37.9	37.9
木 型		4.3	4.3	4.3
仕 上		8.2	8.2	8.2
2. 変動間接費		53.5	63.2	31.4
電 力		43.9	42.5	30.2
燃 料		7.0	20.7	1.2
酸 素		2.6		
3. 固定間接費		5.3	5.3	5.3
電 力		4.2	4.2	4.2
燃 料		1.1	1.1	1.1
4. 人件費		189.2	189.2	189.2
5. その他間接費		198.9	198.9	198.9
保全・修理費		129.3	129.3	129.3
機器サービス費		16.5	16.5	16.5
管理費配賦		49.9	49.9	49.9
その他の費用		3.2	3.2	3.2
6. 合 計		739.8	761.3	1,382.9

尚、鑄造工場製品トン当り原価計算根拠は次の通りである。

・人件費以外は近代化計画が実施されないケースと同じとした。

・人件費

操業度の上昇に応じた必要人員は 198人であると仮定した。

尚必要人員算定にあたっては、1985年の生産性を参考に近代化の効果を考慮した。

(2) 製缶工場

表4.1-6は近代化計画を実施する事より生産計画の1989年目標生産量を生産した場合のトン当り単価を示している。

表4.1-6 製缶工場の製品トン当り原価

(単位：US\$)

原価要素	製品	構 造 物	修 理
1. 原材料費		801.3	60.8
製 缶		801.3	60.8
2. 変動間接費		11.2	20.0
電 力		1.8	4.0
石 油		3.0	0
酸 素		5.0	11.0
ガス (アセチレン)		1.4	5.0
3. 固定間接費		0.2	0.2
電 力		0.2	0.2
4. 人件費		258.8	258.8
5. その他間接費		78.8	78.8
保全・修理費		36.5	36.5
機器サービス費		0.4	0.4
管理費配賦		39.2	39.2
その他の費用		2.7	2.7
合 計		1,150.3	418.6

尚、製缶工場トン当り原価計算根拠は次の通りである。

・人件費

生産量は増加するが、近代化による合理化効果が出て人員は99名に抑えられると仮定した。

尚必要人員の算定にあたっては、1985年の生産性を参考とした。

・溶接材料費及び電力費

溶接材料費及び電力費の算定にあたっては、日本における被覆アーク溶接法とフラックスコアワイヤーCO₂溶接法のコスト比及び工作工場における現状コストを参考とした。

尚溶接材料費は原材料費に含めた。

・その他の費用については近代化計画が実施されないケースと同じとした。

表4.1-6 製缶工場の製品トン当り原価

(単位: US\$)

原価要素	製品	構造物	修理
1. 原材料費		801.3	60.8
製缶		801.3	60.8
2. 変動間接費		11.2	20.0
電力		1.8	4.0
石油		3.0	0
酸素		5.0	11.0
ガス(アセチレン)		1.4	5.0
3. 固定間接費		0.2	0.2
電力		0.2	0.2
4. 人件費		258.8	258.8
5. その他間接費		78.8	78.8
保全・修理費		36.5	36.5
機器サービス費		0.4	0.4
管理費配賦		39.2	39.2
その他の費用		2.7	2.7
合計		1,150.3	418.6

尚、製缶工場トン当り原価計算根拠は次の通りである。

- 人件費

生産量は増加するが、近代化による合理化効果が出て人員は99名に抑えられると仮定した。

尚必要人員の算定にあたっては、1985年の生産性を参考とした。

- 溶接材料費及び電力費

溶接材料費及び電力費の算定にあたっては、日本における被覆アーク溶接法とフラックスコアワイヤーCO₂溶接法のコスト比及び工作工場における現状コストを参考とした。

尚溶接材料費は原材料費に含めた。

- その他の費用については近代化計画が実施されないケースと同じとした。

5) 原価の節約額

(1) 鑄造工場

生産計画の1989年生産量 8,000トンを近代化計画を実施する事により達成した場合の近代計画を実施しないで達成したケースとの比較による原価節約額は以下の通りである。

・人件費

人件費節約額は表4.1-7に示す通りである。

表4.1-7 人件費節約額

(単位：US\$)

区 分	節 約 人 員	節 約 人 件 費
ROL "A"	0	0
ROL "B"	0	0
ROL "C"	6	32,058
合 計	6	32,058

(2) 製缶工場

生産計画の1989年目標生産量を近代化計画を実施する事により達成した場合の、近代化計画を実施しないで達成したケースとの比較による原価節約額は年間US\$ 121,744 であり、内訳は以下の通りである。

・人件費

人件費節約額は、表4.1-8に示す通りである。

表4.1-8 人件費節約額

(単位：US\$)

区 分	節 約 人 員	節 約 人 件 費
ROL "A"	0	0
ROL "B"	0	0
ROL "C"	25	146,922
合 計	25	146,922

・溶接材料費及び電力費

溶接材料費（CO₂ ガス含む）及び電力費の原価増加額及び節約額については、日本における被覆アーク溶接法とフラックスコアワイヤーCO₂ 溶接法の原価及び工作工場における現状の原価を参考に算定した。

原価増加額（1989年生産計画ベースで1年間＝US \$ 25,178）

(3) 1987年及び1988年の原価節約額について

1987年は近代化計画に伴う工事が実施される年度であり、近代化計画実施による原価節約効果は未だ発生しないと仮定した。1988年の原価節約額については上述の1989年生産量をベースとした原価節約額を基準に生産量に比例（鑄造工場、製缶工場共90%）させて計算した。

6) 内部収益率及び純現在価値に関する分析

鑄造工場及び製缶工場の近代化計画の内部収益率の計算結果を表4.1-9及び表4.1-10に示す。

更に公的割引率15%での純現在価値の計算結果を表4.1-11及び表4.1-12に示す。

上記の表によると、鑄造工場近代化計画の内部収益率は15.8%であり、製缶工場近代化計画の同率は22.3%である。

又、鑄造工場近代化計画の割引率15%での純現在価値はUS \$ 3,000 であり、製缶工場近代化計画の純現在価値はUS \$ 123,000 である。

表4.1-13及び表4.1-14は、鑄造工場及び製缶工場の近代化計画を1つのプロジェクトと見た場合の内部収益率及び純現在価値を示しているが、それぞれ IRRは20.7%、NPV=US \$ 126,000 である。

表4.1-9

内部収益率の計算 (鑄造工場近代化計画)

(単位: 1,000US\$)

項目	年	'86 (0)	'87 (1)	'88 (2)	'89 (3)	'90 (4)	'91 (5)	'92 (6)	'93 (7)	'94 (8)	'95 (9)	'96 (10)	'97 (11)
キャッシュ・インフロー(A=B+C)				29	32	32	32	32	32	32	32	32	40
原価節約額(B)				29	32	32	32	32	32	32	32	32	32
残存価値額(C)													8
キャッシュ・アウトフロー(D)			156										40
ネット・キャッシュフロー(A-D)			(156)	29	32	32	32	32	32	32	32	32	
割引率=15%	1.0		0.8696	0.7561	0.6575	0.5718	0.4972	0.4323	0.3759	0.3269	0.2843	0.2472	0.2149
現在価値			(136)	22	21	18	16	14	12	10	9	8	9
累計現在価値	1.0		(136)	(114)	(93)	(75)	(59)	(45)	(33)	(23)	(14)	(6)	3
割引率=16%			0.8621	0.7431	0.6407	0.5523	0.4761	0.4104	0.3538	0.3050	0.2630	0.2267	0.1954
現在価値			(134)	22	21	18	15	13	11	10	8	7	8
累計現在価値			(134)	(112)	(91)	(73)	(58)	(45)	(34)	(24)	(16)	(9)	(1)

() : マイナス

累計現在価値は割引率15%と16%の間でプラスとなる。 IRR=15.8%

表4.1-10

内部収益率の計算（製缶工場近代化計画）

（単位：1,000US\$）

項目	1986 (0)	'87 (1)	'88 (2)	'89 (3)	'90 (4)	'91 (5)	'92 (6)	'93 (7)	'94 (8)	'95 (9)	'96 (10)	'97 (11)
年												
キャッシュ・インフロー(A=B+C)			110 (22)	122 (25)	122 (25)	122 (25)	122 (25)	122 (25)	122 (25)	122 (25)	122 (25)	142 (25)
原価節約額(B)			132	147	147	147	147	147	147	147	147	147
残存価値(C)												20
キャッシュ・アウトフロー(D)		467										
ネット・キャッシュフロー(A-D)		(467)	110	122	122	122	122	122	122	122	122	142
割引率=23%	1.0	0.8130	0.6610	0.5374	0.4369	0.3552	0.2888	0.2348	0.1909	0.1552	0.1262	0.1026
現在価値		(380)	73	66	53	43	35	29	23	19	15	15
累計現在価値		(380)	(307)	(241)	(188)	(145)	(110)	(81)	(58)	(39)	(24)	(9)
割引率=22%	1.0	0.8197	0.6719	0.5507	0.4514	0.3700	0.3033	0.2486	0.2038	0.1670	0.1369	0.1122
現在価値		(383)	74	67	55	45	37	30	25	20	17	16
累計現在価値		(383)	(309)	(242)	(187)	(142)	(105)	(75)	(50)	(30)	(13)	3

() : マイナス

累計現在価値は割引率23%と22%の間でプラスとなる。 IRR=22.3%

表4.1-11

現在価値の計算（鑄造工場近代化計画）

（単位：1,000US\$）

年	1986	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
項目	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
ネット・キャッシュフロー		(156)	29	32	32	32	32	32	32	32	32	40
割引率=15%	1.0	0.8696	0.7561	0.6575	0.5718	0.4972	0.4323	0.3759	0.3269	0.2843	0.2472	0.2149
現在価値		(136)	22	21	18	16	14	12	10	9	8	9
累計現在価値		(136)	(114)	(93)	(75)	(59)	(45)	(33)	(23)	(14)	(6)	3

() : マイナス

割引率15%での現在価値=US\$3,000

表4.1-12

現在価値の計算（製缶工場近代化計画）

（単位：1,000US\$）

年	1986	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
項目	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
ネット・キャッシュフロー	0	(467)	110	122	122	122	122	122	122	122	122	142
割引率=15%	1.0	0.8696	0.7561	0.6575	0.5718	0.4972	0.4323	0.3759	0.3269	0.2843	0.2472	0.2149
現在価値	0	(406)	83	80	70	61	53	46	40	35	30	31
累計現在価値	0	(406)	(323)	(243)	(173)	(112)	(59)	(13)	27	62	92	123

() : マイナス

割引率15%での現在価値=US\$123,000

表4.1-13

内部収益率の計算 (合計)

(単位: 1,000US\$)

項目	年	'86 (0)	'87 (1)	'88 (2)	'89 (3)	'90 (4)	'91 (5)	'92 (6)	'93 (7)	'94 (8)	'95 (9)	'96 (10)	'97 (11)
キャッシュ・インフロー(A=B+C)				139	154	154	154	154	154	154	154	154	182
原価節約額(B)				139	154	154	154	154	154	154	154	154	154
残存価値額(C)													28
キャッシュ・アウトフロー(D)			623										
ネット・キャッシュフロー(A-D)			(623)	139	154	154	154	154	154	154	154	154	182
割引率=20%	1.0	0.8333	0.6944	0.5787	0.4823	0.4019	0.3349	0.2791	0.2326	0.1938	0.1615	0.1346	
現在価値		(519)	97	89	74	62	52	43	36	30	25	24	
累計現在価値		(519)	(519)	(422)	(333)	(259)	(197)	(145)	(102)	(66)	(36)	(11)	13
割引率=21%	1.0	0.8264	0.6830	0.5645	0.4665	0.3855	0.3186	0.2633	0.2176	0.1799	0.1486	0.1228	
現在価値		(515)	95	87	72	59	49	41	34	28	23	22	
累計現在価値		(515)	(515)	(420)	(333)	(261)	(202)	(153)	(112)	(78)	(50)	(27)	(5)

() : マイナス

累計現在価値は割引率21%と20%の間でプラスとなる。

IRR=20.7%

表4.1-14

現在価値の計算(合計)

(単位: 1,000US\$)

年	1986	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
項目	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
ネット・キャッシュフロー		(623)	139	154	154	154	154	154	154	154	154	182
割引率=15%	1.0	0.8696	0.7561	0.6575	0.5718	0.4972	0.4323	0.3759	0.3269	0.2843	0.2472	0.2149
現在価値		(542)	105	101	88	77	67	58	50	44	38	40
累計現在価値		(542)	(437)	(336)	(248)	(171)	(104)	(48)	4	48	86	126

() : マイナス

割引率15%での現在価値=US\$ 126,000

7) 感度分析

鑄造及び製缶両工場の近代化計画について、次の要因につき数値を変化させて感度分析を行なった。

- ・総投資額の変化
- ・コスト節約額の変化

図4.1-1は感度分析の結果を図にまとめたものである。

(1) 鑄造工場

総投資額が15%増加する事により、内部収益率は12.2%に低下し、一方総投資額が15%減少する事により同率は19.8%に上昇する。

又、原価節約額が10%上昇した場合、内部収益率は18%に上昇し、逆に10%低下した場合同率は13.3%に低下する。

(2) 製缶工場

総投資額が15%増加する事により、内部収益率は19.5%となり、一方15%減少する事により同率は25.5%に上昇する。

又、原価節約額が10%上昇した場合、内部収益率は25%上昇し、逆に10%低下した場合同率は19.4%に低下する。

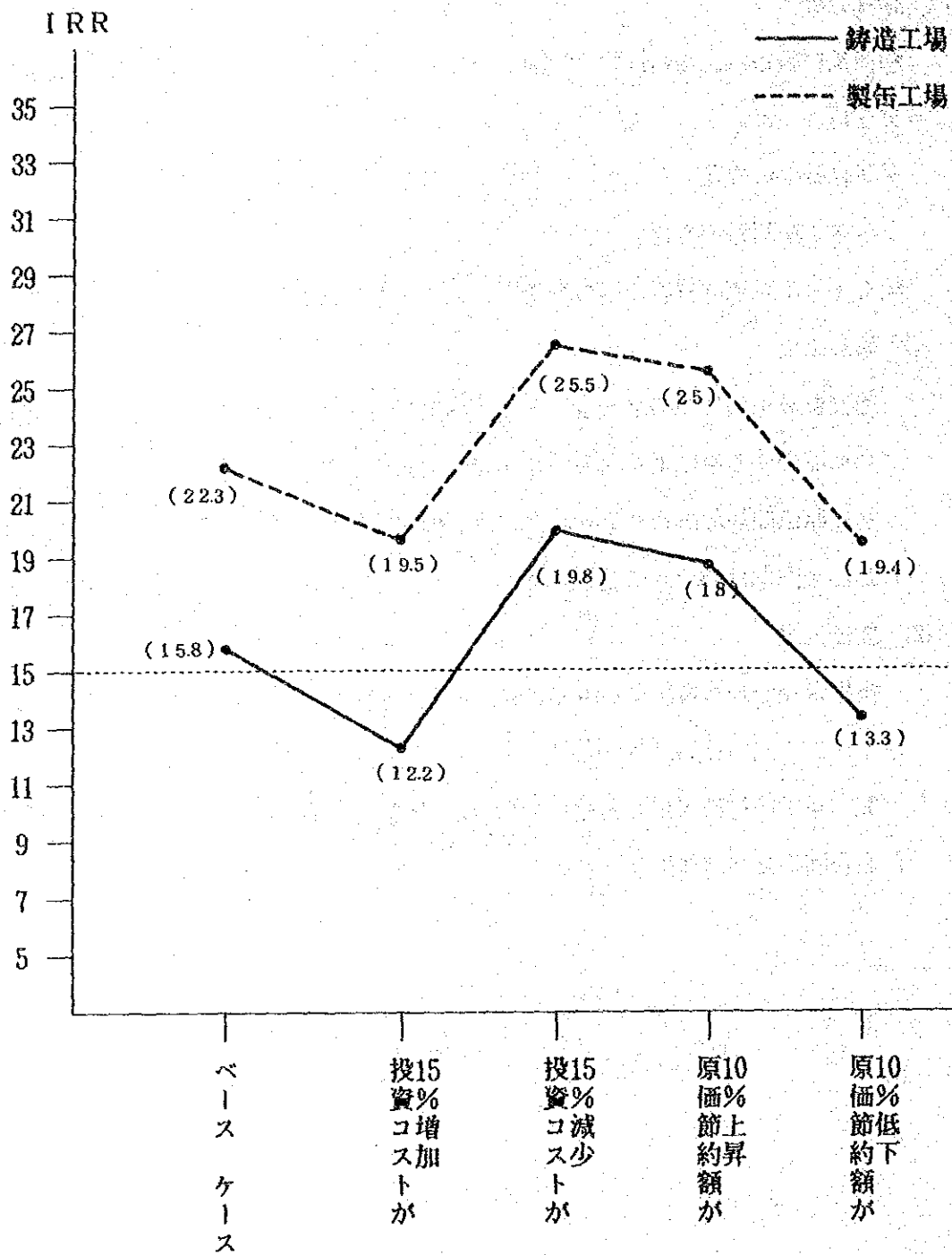


図4.1-1 感度分析表

8) 結論

本プロジェクトについて財務的にみて次のように結論される。

- 鑄造工場、製缶工場共に IRRは15%以上を示しており、両プロジェクト共フィージブルである。
- 製缶工場のプロジェクトは、感度分析の結果によると条件が悪化（投資コストの上昇、原価節約額の減少）した場合でも IRRは15%以上を維持し、収益性が非常に高い事を示している。一方、鑄造工場のプロジェクトは、感度分析の結果によると投資コストが15%上昇したり、原価節約額が10%低下した場合、IRR は13%前後に低下し、CODELCO社の基準から見れば、財務的フィージビリティに若干の不安がある。しかし、一般的には IRRが10%以上あれば財務的に実施可能と判断する事が多い事を考慮すると鑄造工場プロジェクトも十分な収益性を持ったプロジェクトと言える。

4.2 経済評価 (Economic evaluation)

プロジェクトの評価において財務分析だけでなく、経済分析の必要性が説かれるようになった背景として、プロジェクトのタイプとかプロジェクトに関与する主体の次のような変化が考えられる。

○タイプ 小規模・定型的・独立的→大規模・革新的・相互依存的

○主体 事業主体 } → { 事業主体、融資機関
融資機関 } { 援助機関、関係国政府、コンサルタント

このような変化の中でプロジェクト評価の内容も単なる審査機能の為の財務分析だけでは不十分で、社会とか国全体の立場からのプロジェクトの評価の必要性が説かれるようになった。本プロジェクトの対象企業、コデルコ社はチリ国内銅埋蔵量及び生産量の大部分を占め、チリ共和国経済に少なからぬ影響を与えている国営企業である。しかし、本プロジェクトの対象工場は、コデルコ社の4部門の中の1部門、エルテニエンテ事業部に属するサービス部門の中の1工作部門である。しかも本プロジェクトは、工作部門の中の仕上工程（鑄造工場）と溶接工程（製缶工場）に重点を置いた、限定された小規模のものである。従って、本プロジェクトの分析においては、大規模工業プロジェクト或いはインフラストラクチャー プロジェクト等の評価において実施される経済分析は行わない。

1) チリ共和国の経済概観

(1) 経済3ヶ年計画

チリ共和国では、1975年以降1984年までに3次に亘って経済計画が実施されて来た（第1次計画1975年-80年、第2次計画1978年-83年、第3次計画1979年-84年）。

1984年には新たに3ヶ年計画（1984年-86年）が策定されたが、その後1985年6月に前年の3ヶ年計画を修正するかたちで3ヶ年計画（1985年-87年）が発表された。

この計画は、雇用の創出（1987年までに50万人の新規雇用を創出し、失業率を10%以下とする）、輸出の振興（チリ産品の輸出を振興し、経常収支の赤字幅を縮小させる）、国内貯蓄及び投資の奨励の3つを重点目標としている。

表4.2-1 チリ共和国経済3ヶ年計画(1985年-87年)概要

項目	年	1984	1985	1986	1987
GDP 伸び率(%)		6.3	2-4	3-5	3-5
GDP(10億ペ /77年価格)		348.0	354.9-361.8	365.5-379.9	376.5-398.9
国内貯蓄 (GDP比%)		2.9	3.7-5.6	4.6-8.4	7.2-12.3
経常収支(100 万ドル'84 価格)		(2,060)	(1,353)-(1,353)	(1,167)-(1,167)	(889)-(889)
鉱業部門GDP (10億ペ)		30.4	30.6	32.3	32.9
鉱業部門GDP 伸び率(%)		4.4	0.8	5.4	1.8
鉱業部門GDP シェア(%)		8.7	8.4	8.5	8.2
主要機関投資計画(百万ドル)					
CODELCO (銅公社)			409	427	440
ENDESA (電力公社)			172	139	97
ENAP (石油公社)			124	170	144

(出所: 3ヶ年計画)

() : マイナス

表4.2-1は、この計画の概要を示している。

この3ヶ年計画によると農業、工業、建設業の成長を軸として年平均4.6%のGDPの伸びを予定している。一方鉱業部門は、それより低い2.6%を計画している。

又、鉱業部門のGDPに占める割合は農業部門と同様8%台を維持する見通しが立てられている。主要機関別投資計画をみるとコデルコ社の投資規模は他の公社に比べて非常に大きく、コデルコ社のチリ共和国経済における重要さがうかがえる。

(2) 最近の経済動向

表4.2-2は、1980年から1984年までのチリ共和国の主要経済指標を示している。

この表によると、GDPの成長率は大きな変動を示しているが、鉱業部門の成長率は比較的安定した推移を示している。

又、鉱業部門のGDPに占める割合は7%から9%で、農林・漁業部門とほぼ同じ地位を占めており、製造業(約20%)、商業(約17%)、教育・保険・その他サービス(約11%)に次ぐ産業部門となっている。

表4.2-2 チリ共和国主要経済指標(1980-'84)

項目 \ 年	1980	1981	1982	1983	1984
GDP 伸び率(%)	7.8	5.5	(14.1)	(0.7)	6.3
GDP(10億ペ、 1977年価格)	363	384	330	327	348
鉱業部門GDP 伸び率(%)	5.2	7.7	5.7	(1.9)	4.4
鉱業部門GDP(10億 ペ/1977年価格)	26.1	28.1	29.7	29.1	30.4
鉱業部門GDP シェア (%)	7.2	7.3	9.0	8.9	8.7
貿易収支 (100万 US \$)	(764)	(2,677)	63	1,009	293
経常収支 (100万 US \$)	(1,971)	(4,733)	(2,304)	(1,073)	(2,060)

() : マイナス

(出所: Statistical synthesis of Chile
1980-1984 Banco Central de Chile)

(3) 鉱業部門の主要生産物

チリ共和国は多様な鉱物を比較優位を持ちながら生産している。まず、銅の生産においては世界において指導的立場にある。又、モリブデン(Molybdenum)、リニウム(Rhenium)、イオド素(Iodine)の生産では、1984年には世界第2位にランク付されリチウム(Lithium)の生産は世界第3位である。

統計局(National Bureau of Statistics)のデータによると1980年から1985年間の鉱物生産は、年約4%成長し、特に銀(Silver)、鉛(Lead)、亜鉛(Zinc)、金(Gold)の生産拡大が大きい。

表4.2-3は、最近の銅生産量の推移、表4.2-4は鉱山の生産能力予想を示している。

表4.2-3 チリ共和国の銅の生産実績

(単位：1000 MT)

企 業 \ 年	1979	1980	1981	1982	1983	1984
コデルコ社 チュキカマタ	507	511	472	553	559	563
コデルコ社 サルバドール	78	75	77	90	87	96
コデルコ社 アンディナ	47	53	53	54	61	105
コデルコ社 エルテニエンテ(A)	278	266	292	336	305	285
エルテニエンテの割合(%) ^{*1}	31	29	33	33	30	27
エルテニエンテの割合(%) ^{*2}	26	25	27	27	24	22
コデルコ社 計(B)	910	905	894	1,033	1,012	1,049
その他の私企業	153	163	187	209	245	241
合 計 (C)	1,063	1,068	1,081	1,242	1,257	1,290

注：*1 = (A) / (B) * 100

*2 = (A) / (C) * 100

(出所：コデルコ社)

表4.2-4 チリ共和国の銅鉱山の生産能力予想

(単位：1000 MT)

年 企 業	1986	1987	1988	1989	1990
コデルコ社 チュキカマタ	573	573	752	852	852
コデルコ社 サルバドール	100	100	100	100	100
コデルコ社 アンディナ	105	105	105	105	168
コデルコ社 エルテニエンテ(A)	383	383	383	337	369
エルテニエンテの割合(%) ^{*1}	33	33	29	24	25
エルテニエンテの割合(%) ^{*2}	27	27	23	19	19
コデルコ社 計(B)	1,161	1,161	1,340	1,394	1,489
その他の私企業	277	277	309	391	443
合 計 (C)	1,438	1,438	1,647	1,785	1,932

注：*1 = (A)/(B) * 100 *2 = (A)/(C) * 100 (出所：コデルコ社)

表4.2-5 チリ共和国の鉱物の輸出実績

(単位：百万US \$)

年 項 目	1983	1984	1985
チリ共和国 合 計	3,835.5	3,657.2	3,795.5
鉱 物 合 計	2,296.6	1,982.5	2,125.2
銅	1,835.7	1,586.6	1,761.3
鉄 鋼 石	112.0	110.6	90.8
銀	114.4	87.2	73.6
その他 鉱物	234.5	198.1	199.5

(出所：Central Bank of Chile)

これらの表によると最近数年間の銅生産の伸びは年平均約4%であり、将来においても銅の生産能力は拡大して行く事が予想されている。

表4.2-5は、鉱物の輸出実績を示している。輸出総額に占める鉱物の割合は50%~60%であり、輸出総額に占める銅の割合は40%~50%である。この事は、鉱物、特に銅がチリ共和国の外貨獲得に果たす役割が非常に大きい事を示している。

2) コデルコ社の位置づけと開発計画

(1) コデルコ社の位置づけ

チリ共和国の銅生産実績に占めるコデルコ社の割合は、表4.2-3に示されているように約80%である。

表4.2-6は、コデルコ社が有する銅の確認埋蔵量を示しているが、現在と同じ純銅の産出レベルを維持すると仮定して、サルバドル(Salvador)以外50年以上の埋蔵量を持っている。

表4.2-6 コデルコ社の銅埋蔵量

事業部門	確定埋蔵量 (純銅百万トン)	1983年生産量 (純銅千トン)	鉱床耐用年数 (年)
チュキカマタ	44.9	558.8	64
サルバドル	3.2	87.0	30
アンディーナ	16.9	61.4	229
エルテニエンテ	47.6	304.9	125
合計	122.6	1,012.1	

(出所：コデルコ社)

表4.2-4は、1990年までのチリ共和国銅鉱山の生産能力予想を示しているが、将来においても、コデルコ社のチリ共和国銅生産に占める割合は、約80%であると予想されている。

表4.2-7 輸出企業別銅輸出額

(単位：FOB 百万円)

輸出企業 \ 年	1982	1983	1984
コデルコ社	1,335.8	1,487.0	1,252.8
エナミ (ENAMI)	155.8	192.5	155.2
その他中小鉱山	178.2	172.2	162.6
合計	1,669.8	1,851.7	1,570.6

(出所：コデルコ社)

表4.2-7は、輸出企業別の銅輸出額を示しているが、チリ共和国の銅輸出額に占めるコデルコ社の割合は約80%である。以上の事からチリ共和国における銅の生産、輸出は大部分コデルコ社が担っており、コデルコ社はチリ共和国経済に大きな影響を与える立場にあると言える。

*注1
表4.2-8 企業別銅の生産コスト

(単位：US \$セント/ポンド)

企業 \ 年	1982	1983	1984
コデルコ社	44.0	46.3	43.6
マントスブランコス (Mantos Blancos)	51.9	40.6	48.7
ディスピューターダ (Disputada)	119.1	96.9	93.5

(出所：Mining, Chile-foreign investment committee)

注1：税引前コスト

又、チリ鉱山の銅生産コストは、他の国よりかなり低いコデルコ社はチリ国内の他の中小鉱山に比較しても表4.2-8に示されているようにコスト競争力を持っている。

エルテニエンテ事業部のコデルコ社の銅生産に占める割合は、表4.2-3（チリ共和国銅の生産実績）、表4.2-4（チリ共和国銅鉱山の生産能力予想）、表4.2-6（コデルコ社の銅埋蔵量）に示されているように、過去、将来共約30%であり又、エルテニエンテ事業部のチリ共和国の銅生産に占める割合は、過去・将来共、平均すれば約25%である。この事から、エルテニエンテ事業部はコデルコ社及びチリ共和国の銅生産に非常に大きな影響を与える立場にあると言える。

(2) コデルコ社の開発計画

開発計画の目標は、国際市場における競争力を一層強化する事であり、具体的には生産部門の拡張、及び合理化プロジェクトからなっている。

概して言えば、これらのプロジェクトは将来採掘される鉱物の品位低下を償う為、採掘及び処理量を増加させる事、及び現在以上に生産性を上昇させる為の新しい技術とプロセスの採用に焦点が置かれている。プロジェクトは、4つの事業部門（チュキカマタ、アンディーナ、サルバドール、エルテニエンテ）で実施されるが、エルテニエンテ部門は次のようなプロジェクトを持っている。

鉱山及び精練所拡張計画 - 1985年度完成
(Mine and concentrator expansion projects)

Sewellの古い浮遊選鉱装置の取替 - 計画
(Replacing the old flotation installation)

カレン新クズ鉱ダム - 1986年操業開始
(Caren tailings dam)

カレトネス エルテニエンテ転炉の取替 - 計画
(Replacing El Teniente modified converters in Calentones)

カレトネス ガス収集システムの変更 - 計画
(Modifying the gas collecting system in Calentones)

コデルコ社は、研究開発も継続して行っているが、特に以下の分野に力を入れている。

- 省エネ (Reduction of energy consumption)
- 環境保全 (Environmental control)
- 地質探索技術 (Geological exploration techniques)
- 採鉱技術 (Mining operation)
- 鉱石の処理 (Ore processing)

コデルコ社の投資は、開発計画の中で行われているが、表4.2-9は1980-1983年の各年の投資額を示している。

表4.2-9 コデルコ社の投資

(単位：百万US \$)

部 門 \ 年	1980	1981	1982	1983
チュキカマタ	NA	NA	146.6	108.8
サルバドール	NA	NA	18.2	18.9
アンディーナ	NA	NA	27.4	33.1
エル テニエンテ	NA	NA	38.0	38.9
本 社	NA	NA	3.5	0.8
合 計	266.7	309.5	233.7	200.5

(出所：コデルコ社)

コデルコ社の投資額に占めるエルテニエンテ事業部の割合は、1983年は約20%であるが、4部門の中ではチュキカマタに次ぐ第2位の地位を占めている。

以上、本プロジェクトを取り巻く状況をマクロからミクロへと言うアプローチで述べた。

本プロジェクトの対象工場は、コデルコ社 エルテニエンテ事業部に属するサービス部門の中の1工作部門で、エルテニエンテ事業部に各種の鉱山用機器を供給したり、又それらの機器の修理を行っている。

又、本プロジェクトは、工作部門の中の仕上工程（鋳造工場）と溶接工程（製缶工場）に限定されている。従って、本プロジェクトの実施が直接チリ共和国経済に与える影響は測りえないが、チリ共和国経済に大きな影響を与える立場にあるエルテニエンテ事業部の鉱物の増産、輸出増に対応する充分でしかも低コストの機器及び修理サービスの提供により間接的にチリ共和国経済発展に貢献する事は明らかである。

付録

付録 I

製缶工場のクレーン能力増強、工場新築の計画案

製缶工場は現在 10TONクレーンが最大であるが、工場投入製品の重量がクレーン能力を超える現状から、安全上クレーンの能力アップが必要と考える。以下にクレーン能力アップにおける考え方と見積設計の結果を示す。

1. 現状のクレーン能力と工場建屋の状況

コデルコ社エルテニエンテ事業部工作工場の工場建屋は、40年以上前に建設されたものがほとんどである。従ってその天井クレーンも当時のものである。一方、当工作工場の生産品である鉱山用のクラッシャー、精練所の取鍋などが最近大型化され、工場のクレーン能力を超えるものが出現してきた。製缶工場においては、これら大型鋳鋼品の耐摩耗溶接肉盛、摩耗した部分の溶接肉盛補修などを行ってきたが、最近の大型化によって工場内に持ち込めず、隣接の大型クレーンを有する機械工場を借りたり、場合によっては荷重試験を行ってはいるものの特例としてかなりのオーバーロード作業が行われている。

これらは作業性が悪いのは当然のことであるが、それよりもオーバーロードは安全上絶対に避けなければならない。

特に、現状のクレーン能力が 10TONであることを考えると、製缶工場としては決して大型クレーンとは云えず、今後、益々大型製品の需要が増すものと思われ、早急にクレーンの能力アップを行う必要があると考える。

クレーン能力をアップすることは、それを支える工場建屋の柱、ランウェーガーダーも同時に能力アップさせなければならない。建屋の柱およびランウェーガーダーは、補強によってある程度能力アップは可能であるが、大巾な能力アップは基礎からやり直すことになり、生産ラインへの影響なども考慮すると新設と同じくらいの費用発生避けられない。

2. 工場新設によるクレーン能力アップ

現在の大型取鍋、大型クラッシャー部品などの重量が 15TONであることから、これを取扱う工場としては吊り具、製品に取付けられる治具等を考慮すると 20TON程度のクレーン

ーンが必要である。しかし、これでは将来更に大型化した場合には対応できないことと、この程度大巾（2倍）な能力アップに対しては、工場は新設せざるを得ないことを考え合せ、新設であれば、少々の能力アップはさほど費用は上がらないので 25TONクレーンを設置するのが妥当と考えられる。

3. クレーンおよび新設工場の仕様

前項までに述べた理由で、クレーン能力は 25TONとし、工場建屋は新設するものとする。ここで見積りを行うために、クレーンスパン、工場規模・構造などの仕様を決める必要があるが今回は次の理由で現在の製缶工場と同じとした。

- ・製缶工場を新設する場合には、実際には、クレーンの能力アップだけでなく、今後の生産計画に対応した工場近代化計画に基づいて、その規模・構造を検討することになるが、今回はこの検討ができない。
- ・見積条件が明確であれば、規模・構造が変わった場合でも、比較によりおおよそのコストの見当はつく。

従って、ここで見積ったクレーンおよび工場建屋は、新しい製缶工場の姿ということではなく、この程度の工場であれば建設費用がどの位かかるかという目安として算出したものである。

以下に見積仕様を示す。

1) 天井クレーン

天井クレーンの仕様は25/5TON ×スパン15mとし、その詳細を図3.1および表3.1に示す。

2) 工場建屋

※ 工場建屋の基本構造、寸法は現在の製缶工場と同じとし、主建屋は15m×90m、両側の下屋は7m×90mとした。但し、下屋には5TON 天井走行クレーンを通すものとした。

工場建屋設計条件は、日本の建築基準法および建築学会鋼構造計算規模によった。主な条件を表3.2に示す。又、工場建屋の構造寸法は図3.2に示す。但し、本図中のクレーンは含まない。

表3.2 工場建屋設計条件

使用材料及び許容応力度		常時荷重 に対し	短期荷重 に対し
鋼材 SS41	圧縮、引張、曲げ	1,600	2,400
	剪断	920	1,380
鉄筋 SD30	圧縮、引張	2,000	3,000
コンクリート $F_c = 210\text{kg/cm}^2$	圧縮	70	140
	剪断	7	10.5
土間コンクリート $F_c = 180\text{kg/cm}^2$	圧縮	60	120
	剪断	6	9
許容地耐力度 (t/m^2)		10	20

4. 見積

4.1 見積条件

1) 天井クレーン

本報告書本文3.7.1近代化に要する投資額の見積条件と同じである。

2) 工場建屋

全て現地工事となるが、チリ共和国における材料費および工事費の単価が不明のため、日本国内における費用を $1\text{US\$} = \text{¥}160$ としてそのまま計上した。

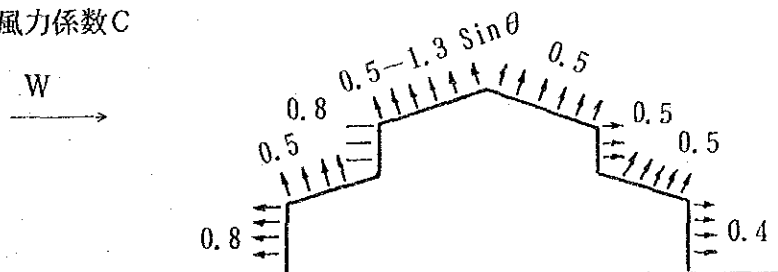
建築基準法及び建築学会鋼構造計算基準

1. 風荷重 (短期)

風圧力 $P = q \cdot C \cdot A \text{ kg}$ A : 受風面積 (m^2)

速度圧 $q = 60 H \text{ kg/m}^2$ H : 地上よりの高さ (m)

風力係数 C



2. 地震荷重 (短期)

水平加速度 $a_H = 0.2g$

3. クレーン荷重インパクト (常時) 上下方向 車輪圧の20%
 水平力 走行方向 車輪圧の15%
 直角方向 車輪圧の10%

4.2 見積価格

見積価格を表4.2-1に示す。

表4.2-1 製缶工場クレーンおよび建屋見積

No.	名称	仕様	数量	納期	金額 US \$
1.	天井クレーン	25/5 TON × 15 m 構成; クレーン本体 走行架線 見積外; クレーンレール 据付工事費 据付指導員派遣費	1	8ヶ月	250,000
2.	工場建屋	30 M×90 M 構成; 建屋一式 床コンクリート 溶接組立定盤 クレーンレール 見積外; クレーン	1	—	1,575,000

備考: 工場建屋見積金額は、表4.2-2工場建屋見積明細に詳細を示す。

表4.2-2 工場建屋見積明細 (2/5)

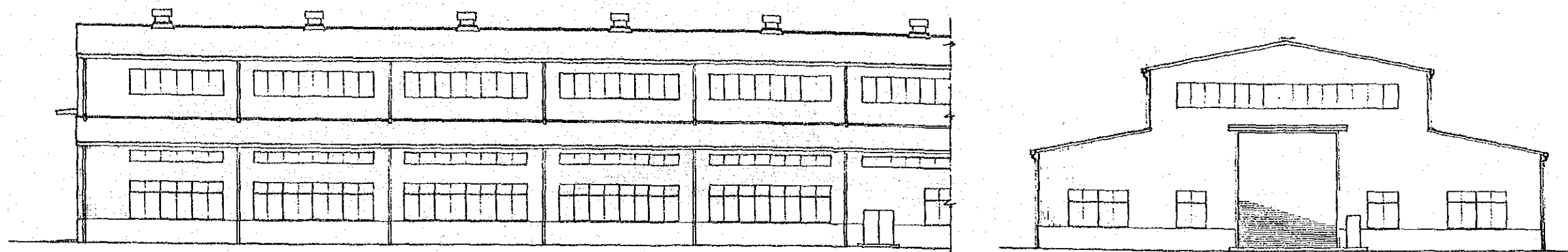
名称	仕様	単位	数量	単価 (円)	金額 (円)	金額 (US\$)	摘要
A) 建築工事							
1 土工事		式	1		3,210,000	20,063	
2 コンクリート工事		式	1		14,520,000	90,750	
3 鉄筋工事		式	1		4,950,000	30,938	
4 鉄骨工事		式	1		99,720,000	623,250	
5 土間工事		式	1		12,500,000	78,125	
6 屋根工事		式	1		7,980,000	49,875	
7 外壁工事		式	1		2,565,000	16,031	
8 建具工事		式	1		20,660,000	129,125	
9 その他工事		式	1		3,890,000	24,313	
合計					169,995,000	1,062,467	

表4.2-2 内訳数量書 (4/5)

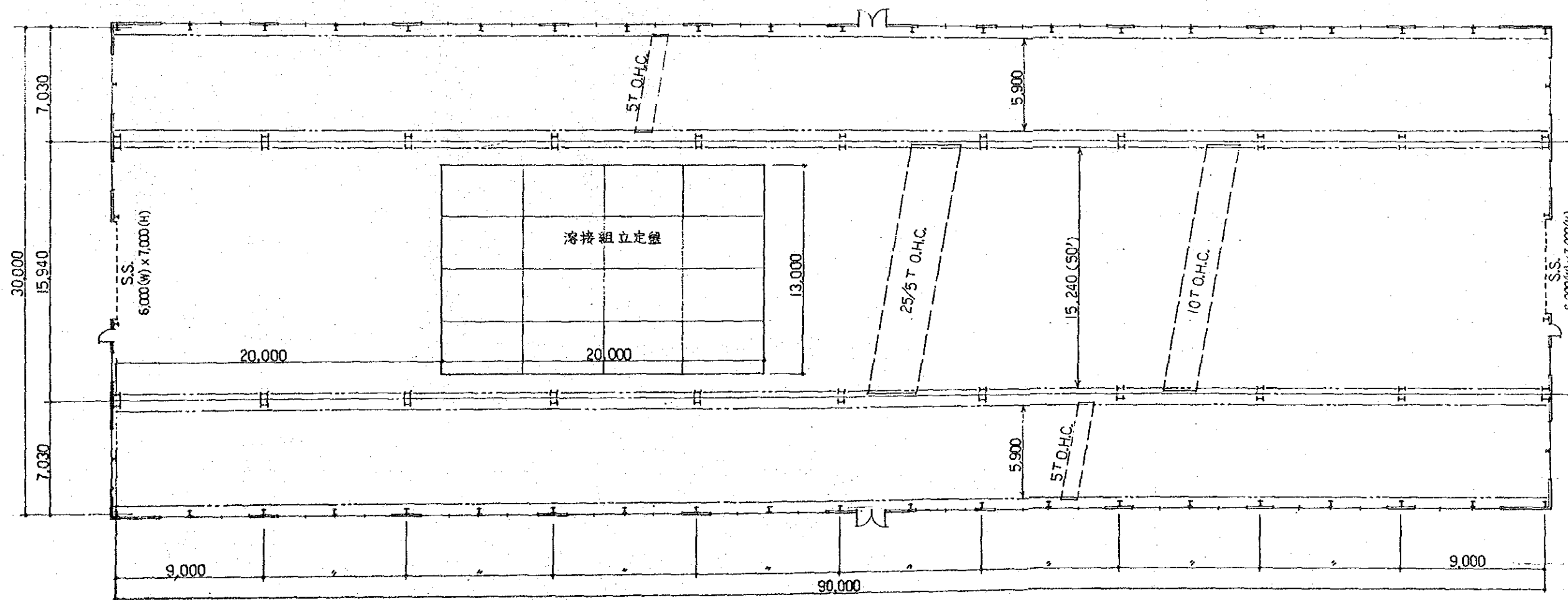
名 称	仕 様	単 位	数 量	単 価 (円)	金 額 (円)	金 額 (US\$)	摘 要
土工事							
根切り	定盤共	m ³	1,200	1,000	1,200,000	7,500	
埋戻		m ³	700	900	630,000	3,938	
残土処分		m ³	500	1,800	900,000	5,625	
砂利地業		m ³	80	6,000	480,000	3,000	
合 計					3,210,000	20,063	
コンクリート工事							
均一コンクリート		m ³	50	14,900	745,000	4,656	
基礎コンクリート		m ³	365	14,000	5,110,000	31,938	
定盤コンクリート		m ³	130	14,000	1,820,000	11,375	
型枠		m ³	1,850	3,700	6,845,000	42,781	
合 計					14,520,000	90,750	
鉄筋工事							
異形鉄筋		t	45.0	110,000	4,950,000	30,938	

表4.2-2 内訳数量書 (5/5)

名称	仕様	単位	数量	単価 (円)	金額 (円)	金額 (US\$)	摘要
鉄骨工事							
鉄骨	クルーシブル 定盤共	t	360	250,000	90,000,000	562,500	
仕上OP			360	27,000	9,720,000	60,750	
合計					99,720,000	623,250	
土間工事							
コンクリート土間		m ²	2,500	5,000	12,500,000	78,125	コンクリート 385m ² 、鉄筋 10t
屋根工事	断熱材裏打ち 長尺波形カラー鉄板	m ²	2,850	2,800	7,980,000	49,875	
外壁工事							
	波形石綿スレート	m ²	1,350	1,900	2,565,000	16,031	
建具工事							
スチールシャッター	OP共	m ²	84	35,000	2,940,000	18,375	
スチールドア	OP共	m ²	12	30,000	360,000	2,250	
スチールサッシュ	ガラス、OP共	m ²	620	28,000	17,360,000	108,500	
合計					20,660,000	129,125	



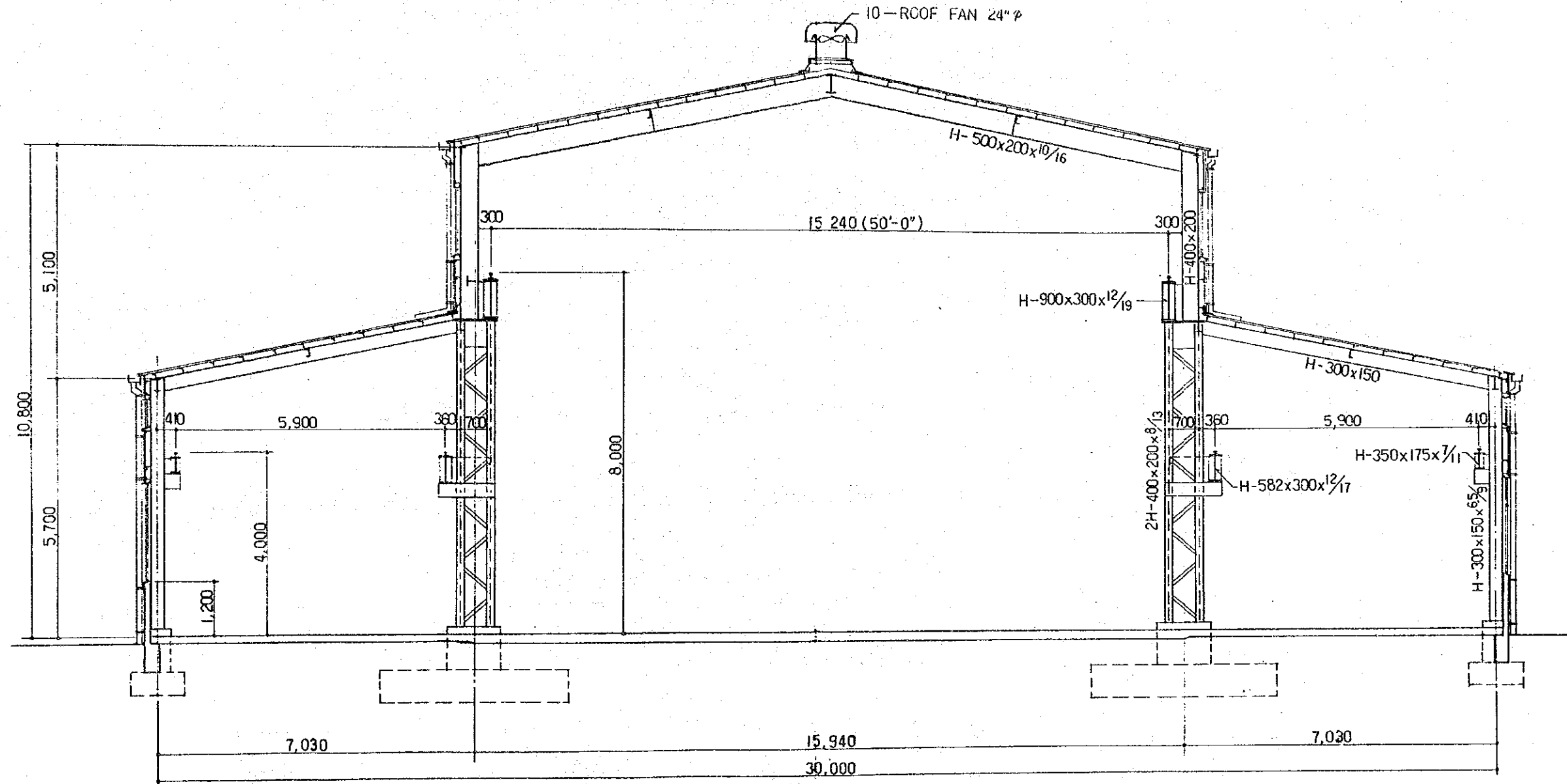
ELEVATION



REV.	DATE	DESCRIPTIONS	DRAWN	CHK'D
0				

図3.2-1 工場建屋の構造・寸法 (1/3)

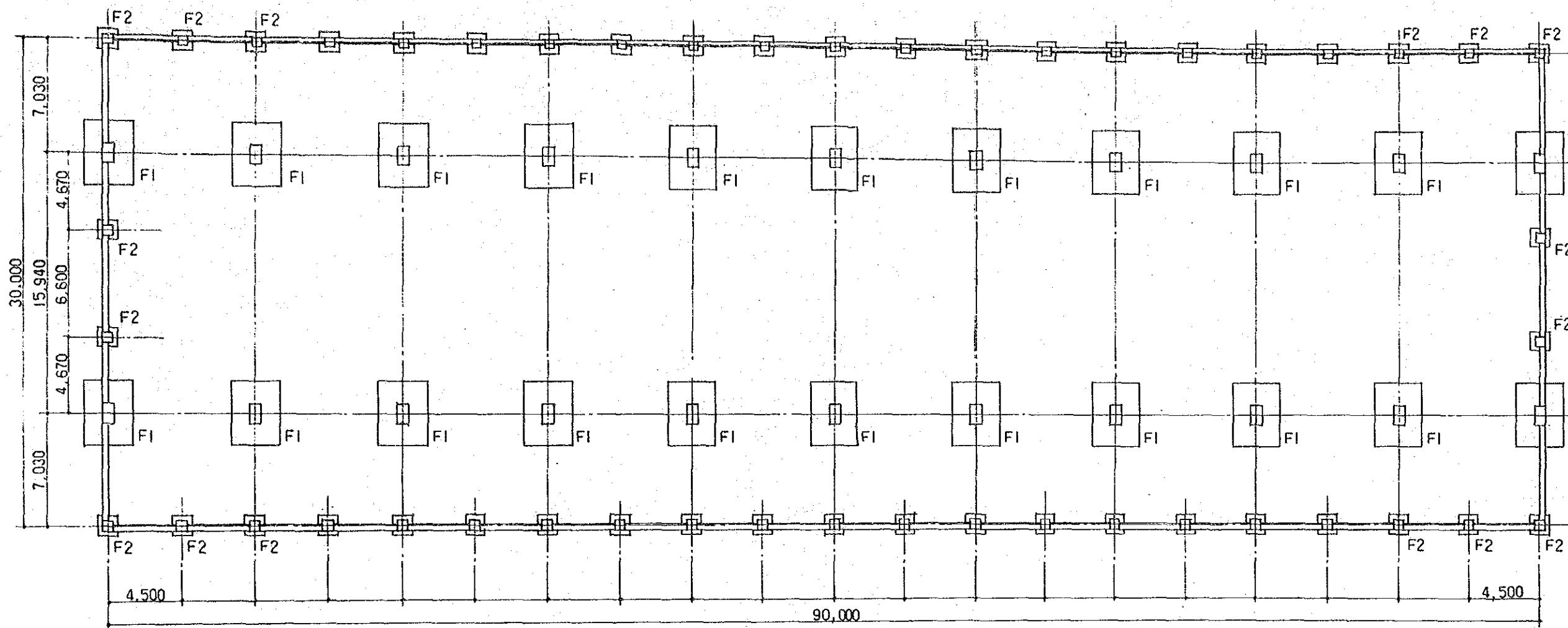
屋根 瓦・波形スレート・葺き 断熱材裏打ち
 壁 波形石綿スレート
 基礎 コンクリート・モルタル仕上げ H=FL+1.200



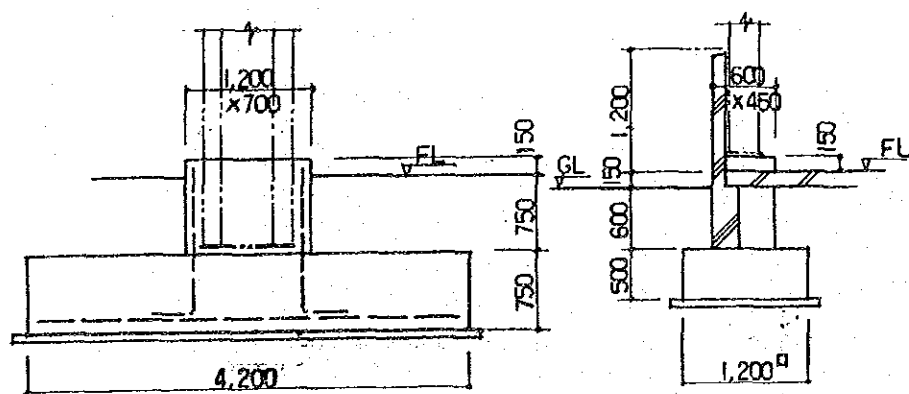
SECTION

設計規準は下記による
 日本政府 建築基準法及び同施行令
 日本建築学会 鋼構造計算規準

図3.2-1 工場建屋の構造・寸法 (2/3)



FOUNDATION PLAN



許容地耐力 $10t/m^2$

図3.2-1 工場建屋の構造・寸法 (3/3)

付録 II

1. 調査団の名簿

団 長	力石 浩二	
団 員	大川 典男	鑄造技術、プロセス
団 員	伊勢本幸雄	溶接技術、プロセス
団 員	木村 彪	機械設備
団 員	宮本勝史	財務分析、経済評価
団 員	村木義弘	市場、需要調査

2. チリ側カウンターパートの名簿

コデルコ社本社

Raul Poblete	Gerente Tecnico
Nicolas Queirolo	Subgerente Ingeniera
Lumie Zuniga	Subgerente Procesos
Marcelo Lira	Ingeniero, Coordinator

エルテニエンテ事業部の工作部門

Raul Gualda	Subgerente Servicios
Ricardo Cortes	Superintendente Talleres
Hernan Figueroa	Jefe Control y Programacion
Carlos Caviedes	Jefe General de Produccion
Marcos Jara	Jefe Operaciones Fundicion
German Schwarz	Jefe Seccion Terminacion
Luis Opaso	Jefe Maestranza Caldereria
Hugo Martinez	Jefe Turno Caldereria
Roberto Urtubia	Contador Talleres

3. 関連資料の一覧表

インセプションレポート (和文)	1986年6月
Inception Report (English)	June, 1986
Informe Inicial (Proyecto) (スペイン語)	Junio, 1986
Questionnaires (English)	June, 1986
Cuestionario (スペイン語)	Junio, 1986
Progress Report (English)	July, 1986
Minutes of Meeting (English)	July 22, 1986
現地本格調査の概要報告 (和文)	1986年7月27日

4. 参考文献

Reliability and Safety Assessment Methods for Ships & Other Installations
LR. Technical Report No. 82, May, 1983.

American National Standard ANSI/ASQC Z-1.15-1979

Generic Guideline for Quality Systems.

