

## 第 3 章 補 修 項 目

### 3.1 要 旨

前章に、調査の結果得られた所見としては、水車以外の機器に関し、或る程度の頁数を割いて記述したが、補修項目の大部分は水車であると申しても過言ではない。

それら調査の結果に基づき以下に述べるような補修項目を挙げた。しかし、期間の制約、又、発電所運転の都合上、機器を分解することなく調査を行わざるを得なかったが、分解点検の出来なかった機器内部の状況に関しても、周囲の状況と、これまでの経験から推測して、決めた補修項目も含まれる。

補修項目は下記の二項に大別した。

A 項： 早急に補修を要する項目

B 項： A 項の補修の際に補修の実施が推奨される項目

### 3.2 補修項目の区分

#### A. 早急に補修を要する項目

##### A-1 水車関係

- A-1-1 ガイドベーンを新しいものと取り替える
- A-1-2 下部プロテクトライナーを新しいものと取り替える
- A-1-3 スピードリング腐蝕部の溶接補修
- A-1-4 ステーパー腐蝕部の補修
- A-1-5 ケーシング内部の防蝕塗装
- A-1-6 水車上カバー腐蝕部の溶接補修及び流水面の防蝕塗装
- A-1-7 ボトムリング腐蝕部の補修
- A-1-8 主軸フランジカバーを新しいものと取り替える
- A-1-9 ランナーコーンの防蝕塗装
- A-1-10 吸出管の防蝕塗装
- A-1-11 水車ピット内の冷却水用給排水管を新しいものに取り替える
- A-1-12 水車上カバー、シーリングボックス等の流水に接していた締付ボルト、ナット類を新しいものに取り替える

## A-2 発電機関係

- A-2-1 ステータコイル押え用挿木を新しいものと取り替える
- A-2-2 軸受油を新しいものと取り替える

## A-3 変圧器関係

- A-3-1 絶縁油の漏洩対策
- A-3-2 火災検知器を新しいものと取り替える

## A-4 補機関係

- A-4-1 110kV 断路器の操作機構を新しいものと取り替える
- A-4-2 線路フューズのフック機構を新しいものと取り替える
- A-4-3 制御用配電盤の不良部品を新しいものと取り替える
- A-4-4 天井クレーンの電源引込み用ローラを新しいものと取り替える

## B. A項補修の際に補修の実務が推奨される項目

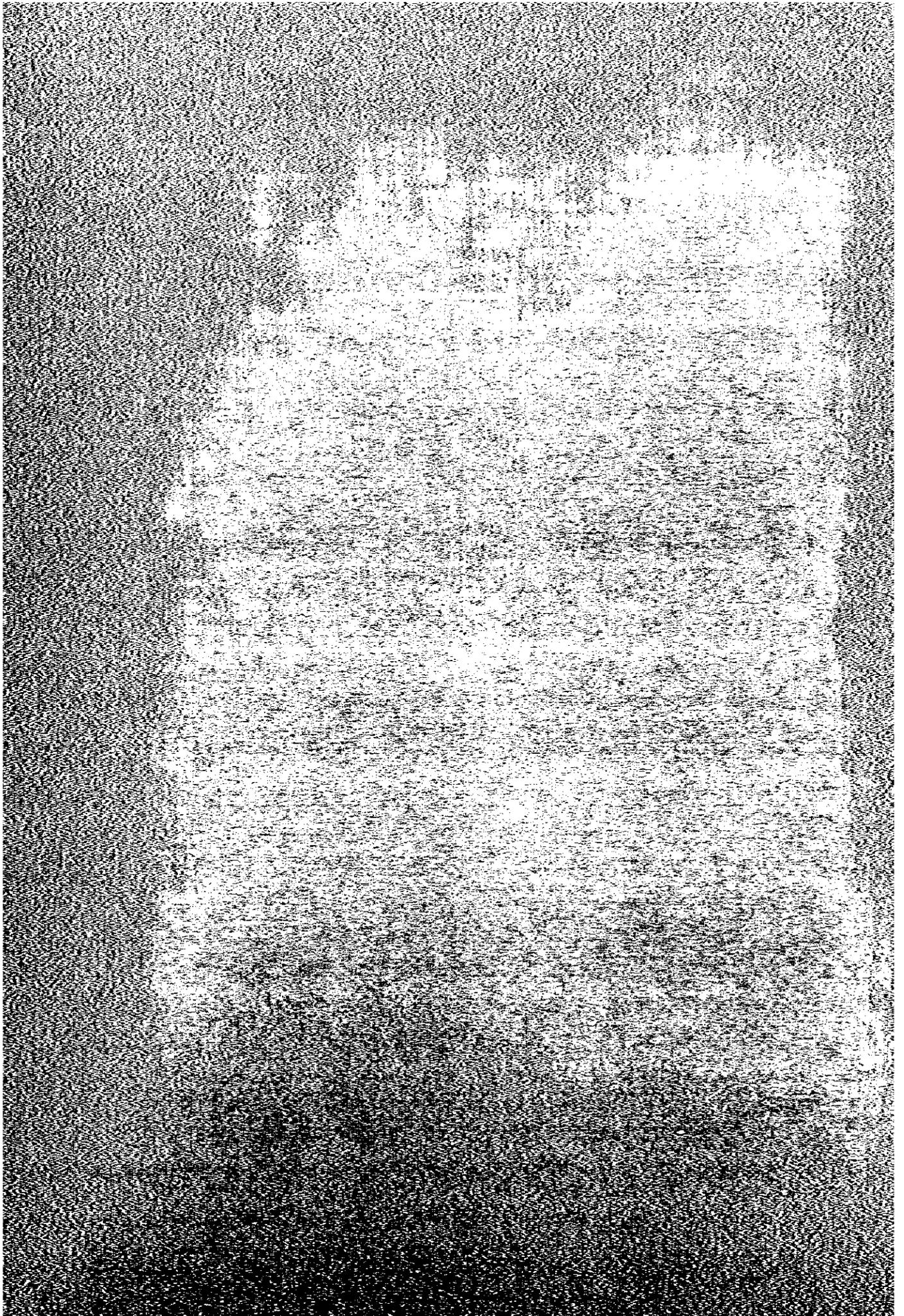
### B-1 水車関係

- B-1-1 主軸封水方式をシーリングボックス方式からパッキングボックス方式に改造する
- B-1-2 ガイドベーンの上, 下軸受を無給油軸受とする
- B-1-3 補修, 改修を行わない水車部品の点検手入作業
- B-1-4 調速機及び補機関係の分解点検及び消耗部品の新製交換

### B-2 発電機関係

- B-2-1 通常の一級点検手入れ作業及び消耗部品の新製交換

第 4 章 测 量 方 法



## 第 4 章 補 修 方 法

### 4.1 早急に補修を要する項目（A項）

項	内 容	理 由	補 修 対 策
<u>A-1 水 車 関 係</u>			
A-1-1	ガイドベーンを新しいものと取り替える	全般にわたり最も腐蝕損傷が激しく流水を完全にしゃ断出来ない状態にある。従って水車の完全停止がガイドベーンでは出来ず異常な状態にある。 (第2章 2.1.3.d 参照)	1. 溶接補修も出来ない状態にあるため新製品と取替える。 2. 新製品は耐蝕性の優れた不銹鋼(SUS316)とする。 (旧品は普通鋼のSC46)
A-1-2	下部プロテクトライナーを新しいものと取り替える	腐蝕が激しく1号機においてはほとんど流失している。 (第2章 2.1.3.a 参照)	1. 耐蝕性に優れている不銹鋼板(SUS403)の新製品と交換する。 (旧品は普通鋼板のSS-41)
A-1-3	スピードリング腐蝕部の溶接補助	1. スピードリングとボトムリングとの嵌合境界部に腐蝕による欠損部が出来、圧力水がボトムリング裏面に侵入している。 (第2章 2.1.3.c 参照) 2. スピードリングの下プロテクトライナー取付部に腐蝕による欠損部が出来ている。	1. 欠損部は溶接肉盛りを行い、据付けた状態で機械加工を行い整形する。 (付属図、現地加工計画図 参照) 2. 上記と同様の作業を実施する。
A-1-4	ステーベン腐蝕部の補修	流水面に最大深さ約3mmのあぼた状の腐蝕によるへこみがほぼ全面に発生している。 (第2章 2.1.3.c 参照)	腐蝕部分はグラインダーにより整形修正し、防蝕塗装を行う。

項	内 容	理 由	補 修 対 策
A-1-5	ケーシング内部の防蝕塗装	旧品にはタームペイントが塗布されているが剝離している部分もある。	表面に施してある塗装をサンドブラストにて完全に除去し防蝕効果の優れたタームエポキシ樹脂系の塗料をケーシング内部全面に塗装する。
A-1-6	水車上カバー 腐蝕部の溶接補修及び流水面の防蝕塗装	上カバーは普通溶接鋼板で製作されているため、流水面に腐蝕欠損が予想される。	腐蝕部は溶接肉盛りしグラインダーにて整形する。流水面には防蝕塗装を実施する。
A-1-7	ボトムリング 腐蝕部の補修	スピードリングとの嵌合境界部に腐蝕による欠損部が出来ている。 (第2章 2.1.3.c 参照)	1. 溶接補修による補修が望まれるが、ガイドベーンの下部ステムを支持する部分の熱影響による変形を避けるため充填材により整形し補修する。 2. ボトムリング取付スピードリングとの嵌合境界部のすき間へは充填材を充填し腐蝕進行を防止する。
A-1-8	主軸フランジカバーを新しいものと取り替える	材質が普通鋼板製で完全に水中にあることから、相当の腐蝕が予想される。	耐蝕性に優れた不銹鋼板(SUS 403)の新製品と交換する。
A-1-9	ランナーコーンの防蝕塗装	塗装の剝離が見られる。	金属の下地が出来るまでサンドブラストを実施し防蝕塗装を施す。
A-1-10	吸出管の防蝕塗装	塗装の剝離が予想される。	A-1-5 ケーシング内部と同様の作業を実施する。

項	内	容	理	由	補	修	対	策
A-1-11	水車ピット内の冷却水用給排水管を新しいものと取り替える	シーリング箱からの漏水をあびることから腐蝕が予想される。 (写真-16 参照)	配管、フランジを一式新しいものと取替え防蝕塗装を実施する。					
A-1-12	水車上カバー、シーリングボックス等の流水に接していた締付ボルト、ナット類を新しいものに取り替える	腐蝕している。 (写真-14,15 参照)	新製交換し防蝕塗装を実施する。					

#### A-2 発電機関係

A-2-1	ステータコイル押え用挿木を新しいものと取り替える	絶縁物の枯れにより挿木がゆるんでいる。	挿木を一式新製し交換する。
A-2-2	軸受油を新しいものに取り替える	汚損している。	軸受油の交換。

#### A-3 変圧器関係

A-3-1	絶縁油の漏洩対策	2号機棟用主変圧器の絶縁油が少しずつ連続的に数ヶ所のシール部分から洩れている。放置すると重大な事故に至る可能性がある。	変圧器を分解しシールガスケットの交換を行なう。
A-3-1	火災報知器を新しいものと取り替える	錆びついて動作不良	新品と取り替える。

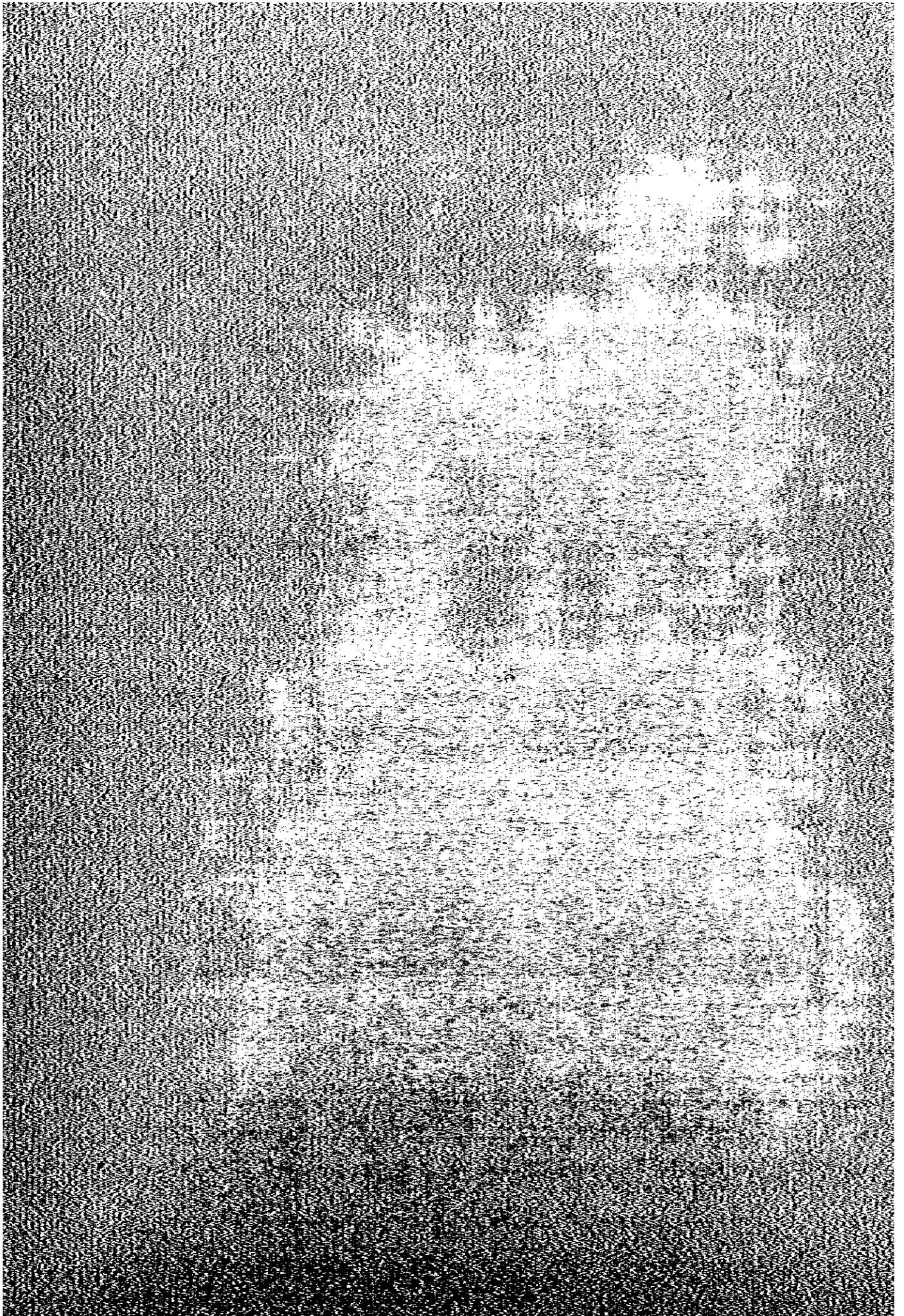
項	内 容	理 由	補 修 対 策
<u>A-4 補機関係</u>			
A-4-1	110kV 断路器の操作機構を新しいものと取り替える	操作機構が完全に制御不能となっている。	操作機構一式を新品と交換する。
A-4-2	線路フューズのマック機構を新しいものと取り替える	遠方操作用フック機構が切損している。	フック機構一式を新品と交換する。
A-4-3	制御用配電盤の不良部品を新しいものと取り替える	配電盤, 分電盤, ガベナ 制御盤 11kV スイッチキュービクル, 自動電圧調整器, 等で動作不能の部品がある。 (第2章 2.3.3.c 参照)	不良品は一式新しいものと取り替える。
A-4-4	天井クレーンの電源引込み用ローラを新しいものと取り替える	ローラが欠損している。	ローラを新しいものと取り替える。

4.2 A項補修の際補修の実施が推奨される項目（B項）

項	事	項	理	由	作	業	内	容
<p><u>B-1 水車関係</u></p>								
B-1-1	主軸封水方式をシーリングボックス方式からパッキングボックス方式に改造する		シーリングボックス方式は主軸外周とボックス内周のギャップが大きいため漏水が多く給排水管がこの漏水をあびて腐蝕する。パッキングボックス方式は主軸に直接シール用カーボンリングを密着させる構造のため漏水を少なく出来る。		パッキングボックスを新製納入しシーリングボックスと交換する。 尚、№3、№4号機にはパッキングボックス方式が採用されております。			
B-1-2	ガイドベーンの上、下軸受を無給油軸受とする		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 軸受が摩耗、変形していることが予想される。</li> <li>2. ガイドベーンを新しいものと取替えるため旧品をそのまま使用すると摩耗、変形していた場合調整が困難となる。</li> </ol>		無給油軸受を新製し旧品と取り替える。 尚、№3、№4号機には無給油軸受が採用されている。			
B-1-3	補修、改修を行なわない水車部品の点検手入作業	—			摩耗、劣化が予想される部品を新製納入し分解、点検時交換する。摩耗、劣化していない場合は予備品として保管する。 (ボルト、ナット等)			
B-1-4	调速機及び補機関係の分解、点検及び消耗部品の新製交換		目視点検ではなんら異常はないがパッキング、軸受等は劣化、摩耗していることが予想される。		消耗部品を一式納入し、分解、点検しこれらを交換する。			
<p><u>B-2 発電機関係</u></p>								
B-2-1	通常の一般点検、手入れ作業及び消耗部品の新製交換				消耗部品を一式納入し、分解、点検時交換する。			



## 第 5 章 橋梁工事工程之人員派遣計画



## 第 5 章 補修工事工程と人員派遣計画

### 5.1 全 体 工 程

1982年3月15日に概ての工事を完成せしめるとした場合、交換部品の製作、輸送及び現場工事の工程の現実的な案として下記が提案されよう。

- － 部品の設計、製作 : 1980年10月1日より1981年6月末日(9ヶ月)
- － 海上及び陸上輸送 : 1981年7月1日より1981年8月末日(2ヶ月)
- － 現 場 工 事 : 1981年9月1日より1982年3月15日(6.5ヶ月)

### 5.2 部品の設計 製作工程

1, 2号機水車のガイドベーン(案内羽根)の材質を従来のものより耐腐蝕性の高いステンレスに変更して40枚製作するのが最大の件名となる。その他若干の部品も製作するが、現時点では、日本の重電機メーカーでは、通常9ヶ月間程度の期間は必要であろうが、短縮の可能性もあるので実施段階では努力をすることにより、現場工事に余裕を持たせることが望まれる。

### 5.3 海上及び陸上輸送

第一期工事及び第二期工事の際に、実際にかかった輸送期間を参考にして一応、2ヶ月間を立案した。

### 5.4 現場工事工程

補修の対象となるのは1号機と2号機の計2台であり、この2台につき工事を実施する場合：

- Ⅰ) 1台が完了してから他の1台に移る場合、つまり直列(シリーズ)に補修する。
- Ⅱ) 2台を全く同時に、つまり並列(パラレル)に補修する。
- Ⅲ) 最初1台に着手し、ある程度その補修が進行してから他の1台に着手する。従って、後で着手した方の完成は、先行した機器より当然遅れることになる。

の三つのケースに分けて考えることが出来る。各ケースには夫々停止機台数からみて電力系統に与える影響、稼働人員数の面から優劣がある。二番目のケースは1, 2号機同時停止するため、ナムグム発電所の出力は30,000kW減することになるが工期が最短になる。しかし、要稼働人員数は最も多くなる。

今回の調査の結果、ラオス国では、この種の補修工事を遂行出来るような工事業者はないと判断される。又、現在ナムグム発電所には、第一、第二期工事で発電機器組立工事に従事した熟練のEDL 職員数は、2台同時に補修するには頗る不足である。検討の結果、結局三番目の案が最も現実的であると判断し、5-3頁記載の現場工事工程表を提案するものである。又、この工程表には稼働人員の推移も併記してある。

一方、今回企図している水車の補修工事を実施するためには、発電機の回転子を引抜く必要があり、所謂、大分解(Overhaul)を行わなければならない。1, 2号機共完成後、大分解は未だ一度も実施して居らず発電所の現勤務員は、従ってその経験を有している者は居ない。その点から、今回の補修工事は、勤務員に機器の大分解を通じての点検技術を実地に習得する機会を作ることになり、技術移転の面からその意義は大きい。

又、腐蝕を受けた部品を交換する際、水車内部に取付けた状態で機械加工を要求する箇所もあり、特殊技術が当然必要となり、現在工程が一見長くなるのは、止むを得ないと判断される。

## 5.5 人員派遣計画

今回の調査結果に基き立案されたナムグム発電機器補修工事の特殊性と、発電所及びその周囲の事情を充分勘案した上で充分に補修工事を立派に成就するための余裕を見込んで、人員派遣を計画したのが5-4頁記載の計画表である。

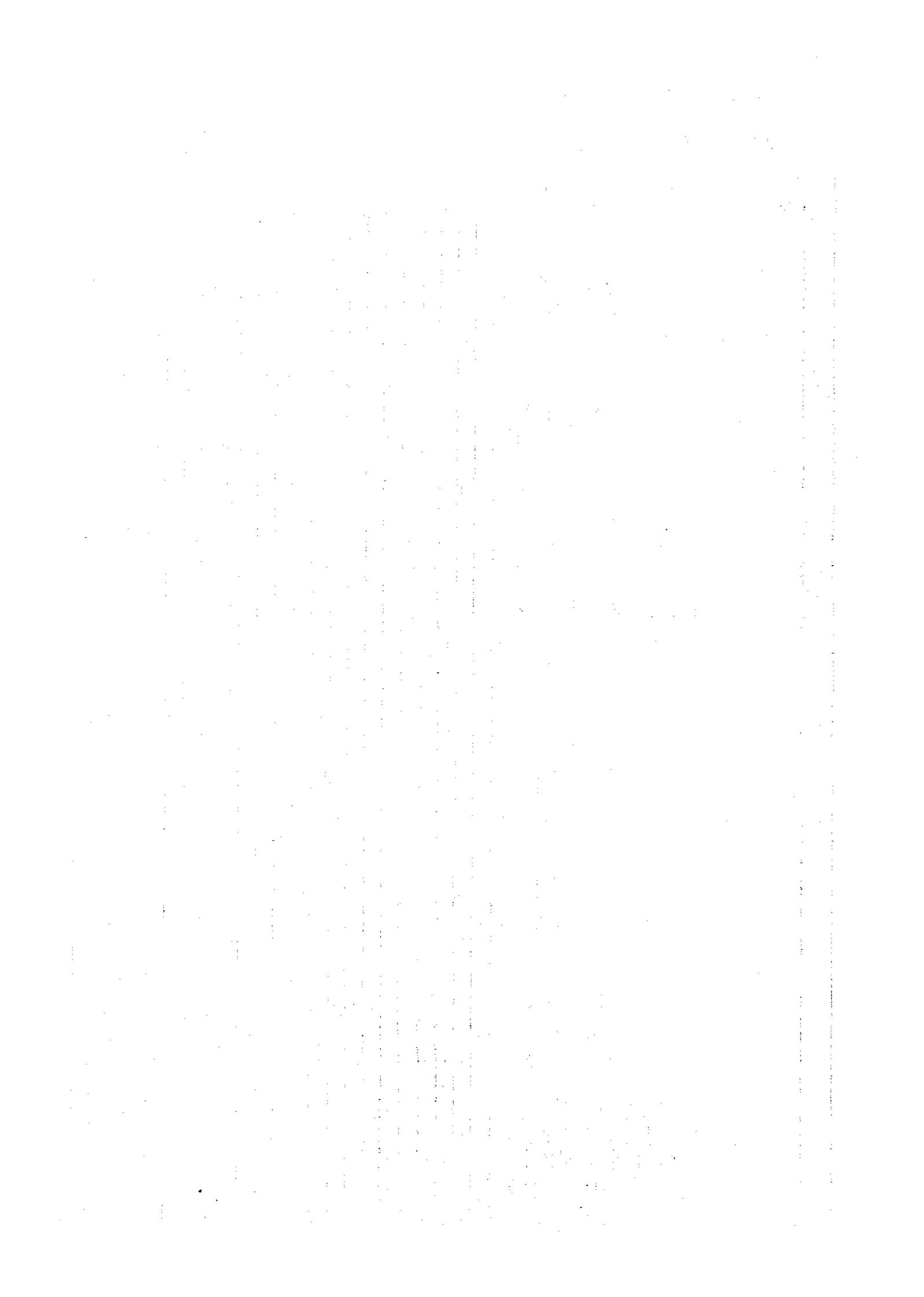
補修工事に直接従事する日本人の派遣員の構成は下記の三集団に大別することが出来る。

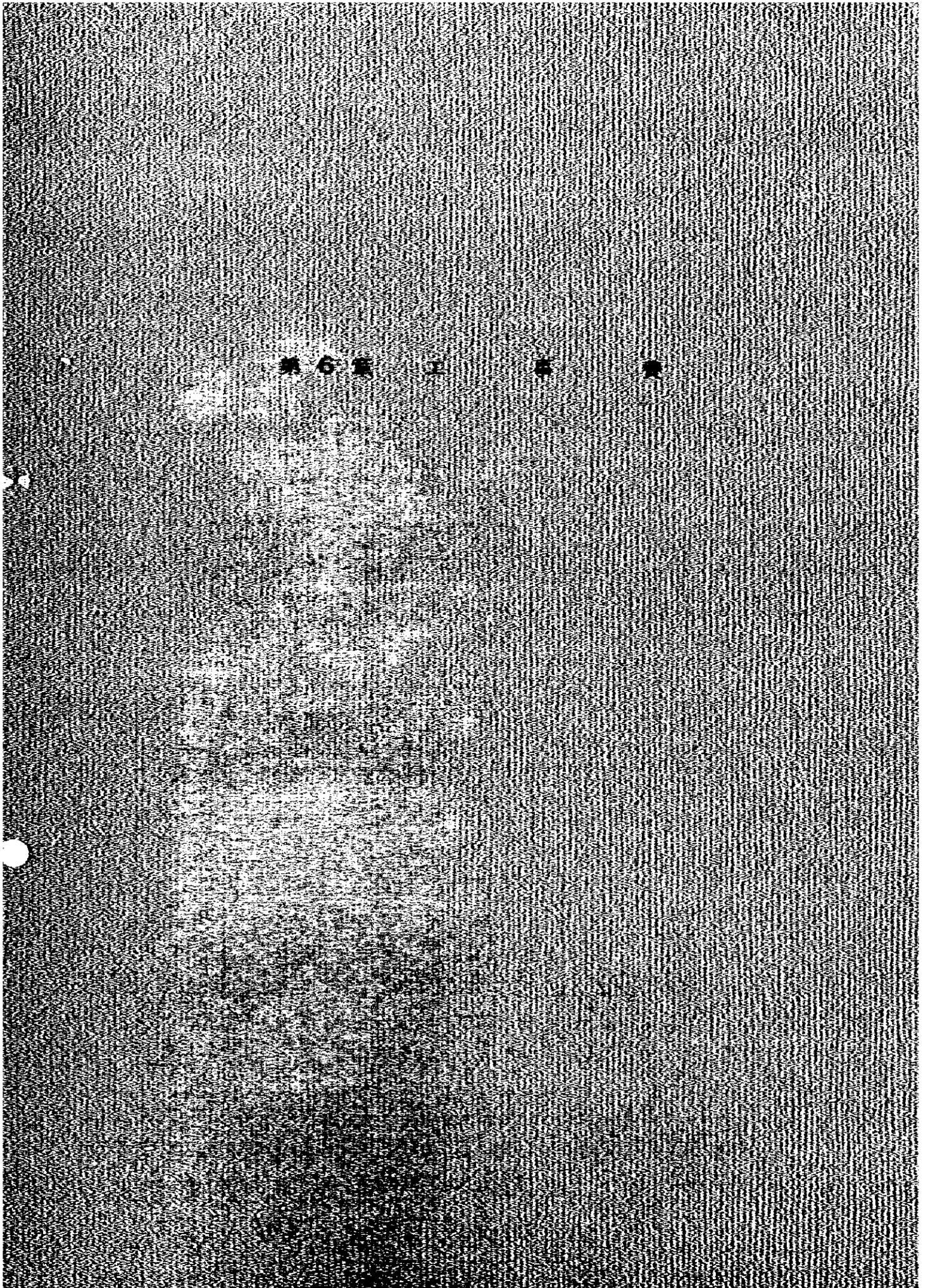
- i) 補修工事の効果的且つ円滑に進行せしめるよう管理と、ラオス人技術者を指導する集団
- ii) 特殊又は高度な技能を要求される作業項目を遂行する熟練作業員集団
- iii) 補修作業を終了した機器の試験及び調査を担当する技術者集団

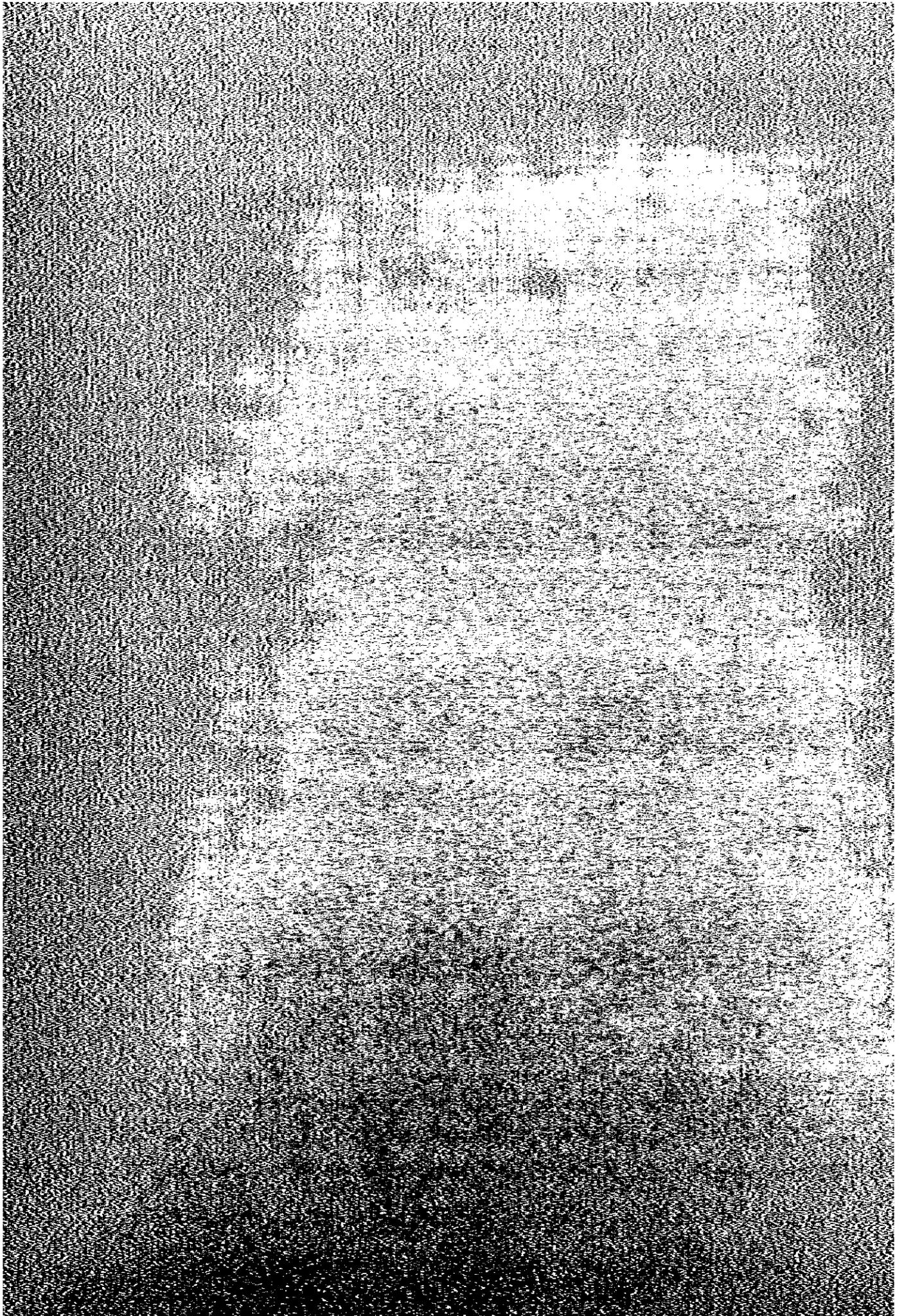
補修工事の性質上、各部門には、かなり細かく分業化された各種のカテゴリーの技術者、又は作業員が参画するため、人員が意外に多いのが特長である。

項目	年月日	'81					'82				備考	
		8	9	10	11	12	1	2	3	4		
1.1 水車 発電機 据付工事工程			WT点検 ACG点検	SR点検 St.検査	GV点検 HCV点検	WT点検 ACG点検	SR点検 St.検査	GV点検 HCV点検	WT点検 ACG点検	SR点検 St.検査	GV点検 HCV点検	WT: 水車 ACG: 発電機 CV, SR: ガイドリング GV: ガイドベーン H.CV: 上カバー St: ステーター RN: ランナー GR: ガイドリング
1.2 水車 発電機			WT点検 ACG点検	SR点検 St.検査	GV点検 HCV点検	WT点検 ACG点検	SR点検 St.検査	GV点検 HCV点検	WT点検 ACG点検	SR点検 St.検査	GV点検 HCV点検	
日本人派遣予定												
1. 技術指導員												
(1) 統括責任者												
(2) 水車本体技術指導員												
(3) 発電機技術指導員												
(4) 溶接作業技術指導員												
(5) 機械作業指導員												
(6) 発電機検査指導員												
(7) 電気制御装置検査指導員												
(8) 機械検査装置検査指導員												
(9) 水車補機指導員												
(10) 変圧器指導員												
2. 作業指導員												
(1) 作業指導員統括者												
(2) 発電機作業指導員												
(3) 水車・配管作業指導員												
(4) 電気工事作業指導員												
(5) 事務管理者												
3. 熟練工												
(1) 電工												
(2) 溶接工												
(3) 塗装工												
(4) クレーン運転手												









## 第 6 章 工 事 費

既に述べた補修項目のうち、早急に実施する項について、想定された稼働人員を投入した補修工事を遂行するに必要と思われる工事費は、下記の通りである。

		(×10 <sup>8</sup> 円)
1.	部品の設計製作(輸送費共)	260,000
2.	人員派遣費	130,000
3.	現地費	90,000
4.	諸経費	30,000
	計	510,000

上記の他に技術協力関係費(コンサルタントエンジニアリング)として40,000,000円が加算され合計で550,000,000円と積算される。この金額には、税金は含まれないものとし、タイ国内の貨物通過の条件は、第一期、第二期の際と同一であると想定した。

一方、補修の実施が推奨される項目(B項)については、早急に補修が実施されるべき項目(A項)に比べて必要資金が少額であるので、契約締結の際に十分話し合っ含める方向で解決することが望ましい。

