

---

東南アジアでの鉄道建設プロジェクトマネジメント

Railway Project Management in South-East Asia

上月 孝之(Takayuki Kozuki) 金谷 正豊(Masatoyo Kanaya) 一ノ瀬 満郎(Mitsuo Ichinose)

---

要旨：

川崎製鉄が1987年以来インドネシア、フィリピンといった東南アジアの国々で受注・施工した4件の鉄道関連工事をもとに複合プロジェクトの計画・管理について述べた。鉄道は土木・建築・軌道・電気・信号・通信・機械といった多くの技術分野からなる複合システムであり、鉄道建設に求められるマネジメントとは各専門技術分野の管理と全体調整管理からなる。高い専門性の必要な工事分野では社外に人材を求め、一方で全体調整・工程管理・調達管理・資材管理と言ったソフト分野を重点的に管理することにより全体システムを要求どおりに完成できた。

---

Synopsis：

Since 1987 Kawasaki Steel was successively undertaking integrated construction projects based on South-East Asian four railway projects in Indonesia and Philippines. Each railway project was an integrated system consisting civil engineering and building, railway tracks, an overhead contact system, substation, signal, power distribution and telecommunications, and the required management for the railway project includes not only the management of various fields of special techniques but also total control and adjustment of various fields of work. Kawasaki Steel has completed these projects based on cooperation by specialists outside of the company and with its excellent control engineering such as total adjustment, schedule control, procurement control, resource control, etc.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

|                   |
|-------------------|
| 本文は次のページから閲覧できます。 |
|-------------------|

## Railway Project Management in South-East Asia



上月 孝之  
Takayuki Kozuki  
エンジニアリング事業  
部 鉄構技術部鉄構技  
術室 主査(課長)



金谷 正豊  
Masatoyo Kanaya  
エンジニアリング事業  
部 建築技術部建築技  
術室 主査(課長)



一ノ瀬 満郎  
Mitsuo Ichinose  
エンジニアリング事業  
部 建築技術部建築技  
術室 主査(掛長)

### 要旨

川崎製鉄が1987年以来インドネシア、フィリピンといった東南アジアの国々で受注・施工した4件の鉄道関連工事をもとに複合プロジェクトの計画・管理について述べた。鉄道は土木・建築・軌道・電気・信号・通信・機械といった多くの技術分野からなる複合システムであり、鉄道建設に求められるマネジメントとは各専門技術分野の管理と全体調整管理からなる。高い専門性の必要な工事分野では社外に人材を求め、一方で全体調整・工程管理・調達管理・資材管理と言ったソフト分野を重点的に管理することにより全体システムを要求どおりに完成できた。

### Synopsis:

Since 1987 Kawasaki Steel was successively undertaking integrated construction projects based on South-East Asian four railway projects in Indonesia and Philippines. Each railway project was an integrated system consisting civil engineering and building, railway tracks, an overhead contact system, substation, signal, power distribution and telecommunications, and the required management for the railway project includes not only the management of various fields of special techniques but also total control and adjustment of various fields of work. Kawasaki Steel has completed these projects based on cooperation by specialists outside of the company and with its excellent control engineering such as total adjustment, schedule control, procurement control, resource control, etc.

### 1 はじめに

東南アジア諸国では経済発展にともない、特に首都圏において人口の増加が著しく、その結果として慢性的な交通渋滞が生じておりその対策が急務となっている。しかし、現状の交通主体である道路によって大都市圏での通勤といった大量輸送を賄うことは、道路網の整備のための費用、エネルギー消費量、環境汚染といった観点からみて適当ではない。そのために既存の鉄道網を整備・近代化して増大する輸送需要を鉄道に振り替えて行く必要性が生じている。日本の鉄道技術は新幹線をはじめとして世界的にも高水準にあり、各国からも鉄道に関するさまざまな技術援助を依頼されており、海外協力事業団(JICA)といった政府機関をはじめとしてその依頼に答えている。一方、日本政府は海外経済協力基金(OECF)を通じて開発途上国へのこれら既存鉄道網整備のための資金援助を実施しており、当社はその円借款により予算措置が講じられたプロジェクトのなかから国際入札を通じて1987年からの5年間に東南アジアにおいてフィリピン・マニラで1件、インドネシア・ジャカルタで3件の鉄道関連工事を受注した。それら四つの工事は、

- (1) インドネシア国鉄車両基地改修工事
- (2) フィリピン国鉄車両基地建設工事
- (3) インドネシア国鉄中央線高架化工事<sup>1)</sup> (Photo 1)

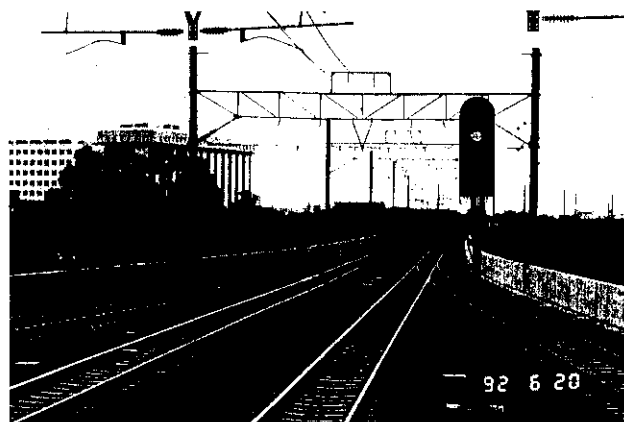


Photo 1 Completion part of central line track elevation

(4) インドネシア国鉄信号自動化工事  
であり、おのおのの工期を Fig. 1 に示す。

現在の大量輸送手段としての鉄道システムは Fig. 2 に示すように、土木、建築、軌道<sup>2)</sup>、架線<sup>3)</sup>、電力、変電、信号、通信、車輛、機械および運行管理といった多くの要素技術から構成される総合システムである。その及ぶ技術範囲の裾野は広く、かつ各要素技術が鉄道という限られた分野で発展してきたことによる特殊性も強

\* 平成5年4月26日原稿受付

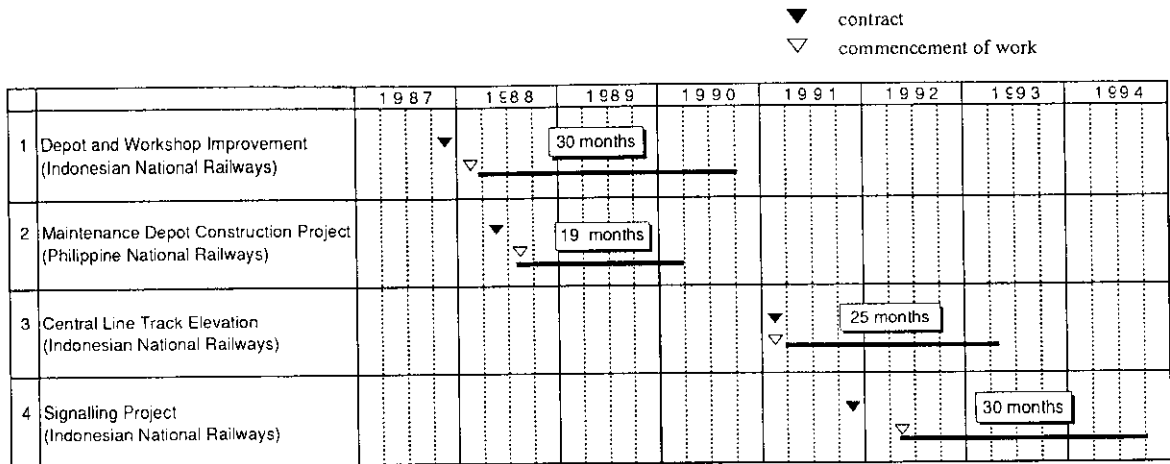


Fig. 1 Railway project undertaken by Kawasaki Steel Corp.

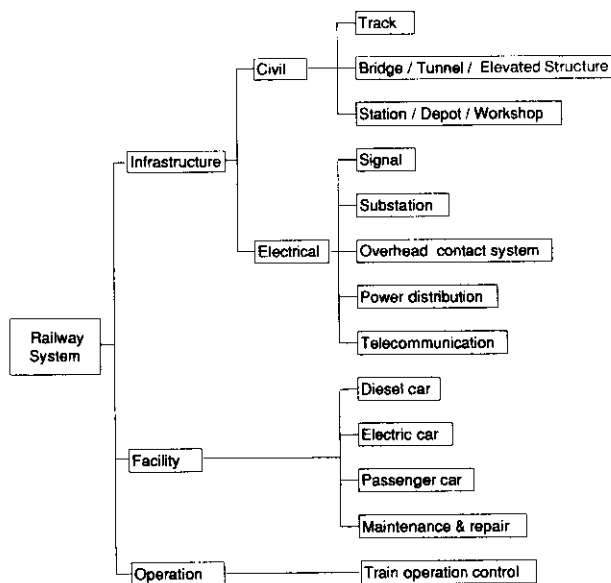


Fig. 2 Work elements for railway system

い。鉄道建設工事は前述の要素技術分野別の分離発注が一般的であり、全体システムを一括発注するといった例は稀である。

当社が受注・施工した前述の工事は、一括発注の数少ない例であるが、これら複合工事の実施において当社の建設技術とマネジメント力が施主からも高い評価を得ている。本報告は、当社が東南アジアで鉄道関連工事を4件受注・施工した実例をひきながら鉄道工事という複合プロジェクトをどのように計画・管理したかについて論述するものである。

## 2 鉄道建設の特色

### 2.1 東南アジアでの鉄道近代化計画の特徴

鉄道工事が計画される場合、計画地域での予想輸送需要量をもとに、まず全体計画が策定される。その策定過程において、既存設備の改良・増強または新設備の建設のいずれが現実的であるかが、現

在の輸送能力・状況、最終的に求められる鉄道網の機能、工事期間中の機能維持等を勘案して選択される。東南アジアでは、旧植民地時代に敷設された既存設備があることが多く、これらを増強・近代化するほうが建設コストも安くすみ通常は現実的である。

鉄道近代化の目的は一言で表わせば輸送能力増強であり、それは「列車の高速運行」と「列車本数の増大」により達成される。この課題を実施するには、多くの要素技術から構成される鉄道システムにおいては、既存設備の能力の全面的な底上げが必要となる。

それを達成するための方策として、

- (1) 車輛の高速化と新規車輛・修理用部品の購入
- (2) 車輛の保守・点検と修理設備の改良・増強
- (3) 軌道の複線化と既存軌道の改修・増強・配線変更
- (4) 電化および電力供給能力の増強・安定化
- (5) 信号システム（含踏切）の自動化と通信システムの強化
- (6) 駅舎の改良

といった項目が挙げられる。

### 2.2 工事の発注形態

全体計画がまとまり、その実施方策が決定しても、資金面、要員確保、運用・運行システムの熟達度の面から一気に工事を実施に移すことは難しく、マイルストーンを設定して進捗を確認しながら段階的に実施に移して行くのが通常である。

その例を当社がすでに3件受注しているインドネシア国鉄ジャカルタ首都圏鉄道網近代化計画（ジャボタベックプロジェクト）に求めると、Fig. 3に示す全体計画を①車輛購入、②車輛基地改修、③中央線高架化、④ボゴール線複線化、⑤プカシ線電化、⑥カンバンダン駅改良（ループ線化工事）、⑦中央線・ボゴール線・プカシ線自動信号化、⑧駅内配線改良、⑨東線・西線自動信号化という順序で実施に移している。

ただ、マレーシア国鉄での複線・電化工事の例では、①軌道（複線化）、②駅舎、③橋梁、④信号・通信、⑤電車（車輛購入）、⑥架線・変電、の工事分野別の6つのパッケージに分けて発注されているが、インドネシア国鉄では前述のごとく工区別のパッケージ発注が行われているなど、国情によっても異なる。

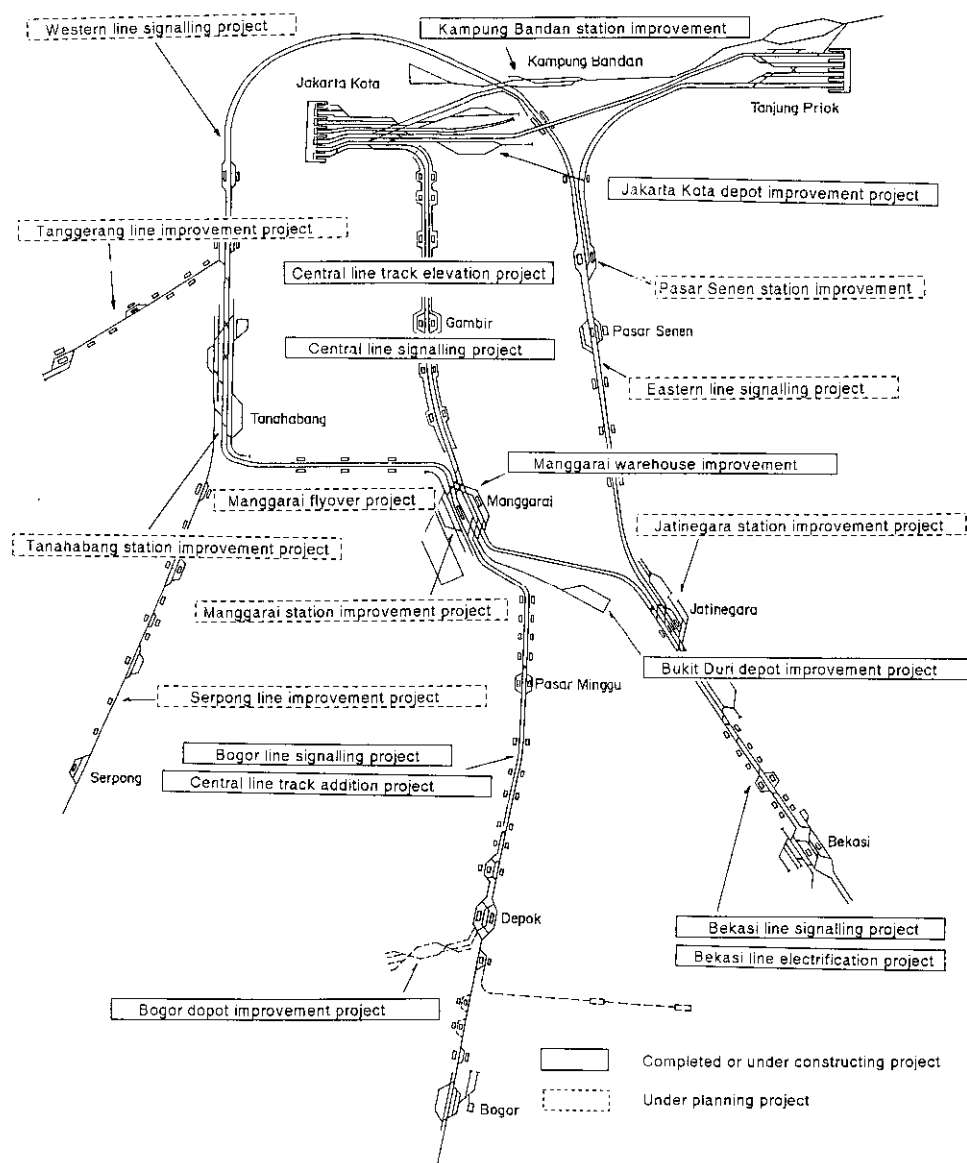


Fig. 3 General plan for Jabotabek project

### 3 鉄道工事の管理

#### 3.1 鉄道工事の特徴

鉄道工事は Table 1 に示すように軌道・架線工事や信号その他の電気・機械工事といった特殊性の強い専門工事を担当する専門技術グループと、工事間および全体の調整を担当する調整グループからなっている。当プロジェクトの場合、特殊工事については専門技術者を社外に求めているが、共通工事と全体の調整・管理は当社の技術者で対応している。

当社は製鉄所の建設を初め国内外で豊富なプラント建設経験があり、土木、建築、軌道、電気、計装、機械、ユティリティーなどからなる複合工事の建設はむしろ得意とするところであり、技術者の質・量共に高いレベルにある。

#### 3.2 鉄道建設工事の管理ポイント

東南アジアの国々では一般土木・建築を除いた軌道、電気、機械および通信といった分野の大規模建設はあまり例がなく、設計、製

作および施工に慣れた技術者、下請け業者、メーカーも非常に少ない。鉄道工事に用建設機械、工具類を現地で調達することも建設資材同様難しい。

以下に、東南アジアでの鉄道工事管理上のポイントを6点挙げる。

- (1) 技術管理（品質管理）：現地の技術者・下請け業者ともに、品質管理に対する意識は高速鉄道といえどもそれほど高くない。したがって、技術および品質管理面は日本人技術者が中心とならざるを得ない。しかしながら、実際の施工は現地下請け業者が行うために、その指導および管理体制品質確保が重要な課題となる。
- (2) 資機材調達管理：軌道・架線工事に用資材はいうまでもなく、仕様書に適合した電気・通信工事に用資材の調達先も日本または第三国となる。ここでは、海上輸送、通関から内陸輸送に至る綿密な物流管理と現地の通関・輸送事情の習熟が求められる。
- (3) 工程管理：工事に用資材は海外調達中心で、工事も概して機械の投入が難しいなど工程管理上の制約が多い。また、工程遵守に対する意識も異なるので、下請け業者・ローカルスタッフの管理も手を抜けない。

Table 1 Work contents of railway project undertaken by Kawasaki Steel (%)

| Project \ Work                                         | General work | Civil work | Building work | Civil & building work | Demolition work | Track work | Electrical work | Catenary work | Substation work | Power distribution work | Telecommunication work | Signal work | Machine equipment | Temporary work | Others |
|--------------------------------------------------------|--------------|------------|---------------|-----------------------|-----------------|------------|-----------------|---------------|-----------------|-------------------------|------------------------|-------------|-------------------|----------------|--------|
| Depot improvement project                              |              | 14         | 22            |                       | 7               | 22         | 3               | 8             |                 |                         |                        |             | 11                |                |        |
| Central Line track elevation project                   |              |            |               |                       |                 | 23         |                 | 10            | 21              | 2                       | 5                      | 30          |                   | 7              | 2      |
| Signalling project at Central, Bogor, and Bekasi lines | 8            |            |               | 8                     |                 | 45         |                 | 2             | 10              | 15                      | 12                     |             |                   |                |        |
| Philippines National Railway depot improvement project |              |            |               | 40                    |                 | 10         |                 |               |                 |                         | 3                      | 2           | 45                |                |        |

(4) 要員管理：技術・品質面からは日本人技術者が望ましいが、採算面から難しい。したがって、最小限の日本人技術者と現地人技術者の組み合わせによる技術・品質の管理を行うこととなる。現地人技術者の育成とその管理が鍵となる。

(5) 下請け管理：多岐にわたる工種があることから必然的に下請け業者数も増える。また、工事によっては、相互に密接な関係があり、工程も含め各下請け業者間の調整が重要となる。契約に関する慣習も日本とは異なり、言語・文化も異なる国における契約内容、スコープ等については十分な文書による確認が求められる。

(6) 資材管理：工事内容の多様さのため建設資材の種類も膨大となる。工事を円滑に進めるためには建設資材のタイムリーな現場への搬入が不可欠であり、そのための在庫・保管管理が必須となる。また盗難や紛失による工程への影響が懸念されるので、その対策は徹底を期さねばならない。

以上、管理ポイントを述べたが、当社がどのような管理手法を採ったかを事例を引用し次節で紹介する。

## 4 インドネシア国鉄信号プロジェクトにおける事例

### 4.1 概要

インドネシア国鉄信号プロジェクトはジャカルタ首都圏の中央線、ボゴール線およびプカシ線の三つの路線、総延長 70 km の手動機械式信号設備を自動電気式信号設備に更新する工事である。本工事を例に引きながら前節で掲げた管理ポイントに対しどのように対処しているかを紹介する。

### 4.2 フォーメーション

工事のフォーメーションを Fig. 4 に示す。当社はドイツの Siemens 社とインドネシアの Guna Elektro 社からなる信号設備の設計、調達、据え付けおよび試験調整を行う「信号設備グループ」と、三井物産と当社からなる建築、軌道、変電、架線、配電および通信工事といった信号設備以外の工事を行う「非信号設備グループ」とでコンソーシアムを構成し、インドネシアでの国際工事経験を有する当社がこの多国籍コンソーシアム全体の総合調整業務も担当している。

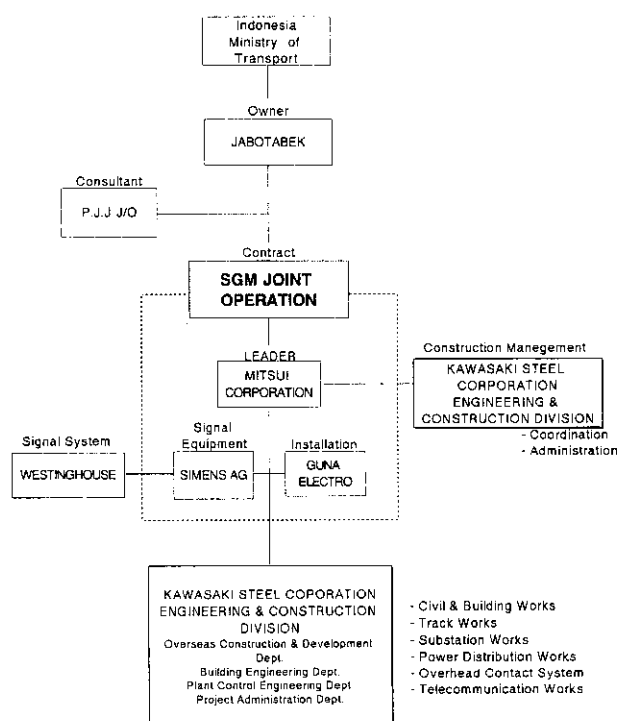


Fig. 4 Contract formation of signalling project (Jabotabek Three Line Signalling System Project Organization)

### 4.3 多国籍コンソーシアムの運営・総合調整

#### 4.3.1 総合調整業務概要

コンソーシアムとは工事のための共同企業体を分担施工方式で実施するもので、各構成員は自己の分担工事について単独で責任を負担すると共に、発注者に対しては工事全体について各構成員が連帯して責任を負うのが一般的な定義である。しかし、企業体構成員間の技術的および工程上の調整窓口として、また施主やコンサルタントへの報告・資料提出といった共同企業体として一元的に対応すべきものを処理する機能が必要である。ここではこれを総合調整業務と称するが、その業務内容は下記のとおりである。

(1) 全体工程計画の作成および進捗のモニターと施主へのレポー

### ディング

- (2) コンソーシアム内外での文書・図面の入出の記録および管理
- (3) 工事用資機材の通関、内陸輸送とその保管
- (4) 出来高請求、入金、コンソーシアム内配分などの手続き
- (5) 工事保険の付保およびその手続き
- (6) 工事事務所の設営と維持管理
- (7) 外国人の滞在、就労に必要なビザおよび許可の取得・更新
- (8) 共同企業体の業務に関わるインドネシアでの税務処理（付加価値税）

ここでは言語・文化・管理手法の異なる日・独・インドネシアの3箇国の企業からなる多国籍コンソーシアムにおいての上記(1)から(3)に関する管理手法を紹介する。

#### 4.3.2 工程管理

コンソーシアムにおいては分担工事範囲の工程管理は担当構成員の責任とはいいながら各構成員間で同じメッシュで作成された全体工程計画が必要となる。また信号設備や電気・通信工事といった電気・機械工事分野は機能要求型の発注形式であることから、設備自体の設計・製作といったオフサイトでの作業または工事が金額ベースでの大半を占めるため、この部分の進捗把握が重要となる。この設計・製作を工程管理システムに組み込むために、(a)現場調査、(b)標準図・材料サンプル提出、(c)承認申請図提出、(d)図面承認、(e)製作完了、(f)資材出荷、(g)現地据え付け、(h)試験・引き渡し、といったマイルストーンを設定することにより計画工程との差異を常に把握できるシステムを構築した。工程管理システム用に「プリマベラ」という市販ソフトウェアを使用し、全工事内容の進捗をモニターしている。毎週開かれるコンソーシアムマネジメントミーティングでは、月一回をスケジュールの見直しにあて、全構成員でプロジェクト全体の進捗を確認しあい、遅れている作業については担当構成員に対策を実施させている。

#### 4.3.3 図面・文書管理

図面に関しては各工事別に承認申請図、承認図、工事図および完成図の提出が求められており、まず図面番号をシステム化してそれに則って図面番号をつけ、提出・返却ごとにデータベースに入力し、常に図面がどのような状況にあるか把握できるようにしている。また材料承認も同様なシステムを構築しており、前記の進捗管理に活用している。文書も同様に登録システムを構築し入出状況を管理している。

#### 4.3.4 資材管理

調達管理とも密接に関係するが、電気、通信、信号工事用資材のほとんどが海外から調達され、到着後ある期間現場近くに保管される。インドネシアでは紛失や盗難の心配が大きく、その予防が第一に重要である。2交代または3交代で保安員を保管場所に配置して、これに対応している。また、資材の在庫状況については各資材ごとに出入庫管理ができるシステムを構築し、在庫状況、入庫予定の把握により、工事工程の修正および在庫滞留延長に伴う貨物保険の自動延長に活用している。

### 4.4 建設工事（非信号設備）管理

#### 4.4.1 工事概要

工事は Fig. 5 に示す区域全体にわたっており、その工事内容は下記のとおりである。

- (1) 建築工事：信号所12箇所新設、変電所改修
- (2) 軌道工事：分岐器106基更新、絶縁継ぎ目板設置
- (3) 変電工事：既存変電所増強、信号用新変電設備設置
- (4) 架線工事：既存架線改修

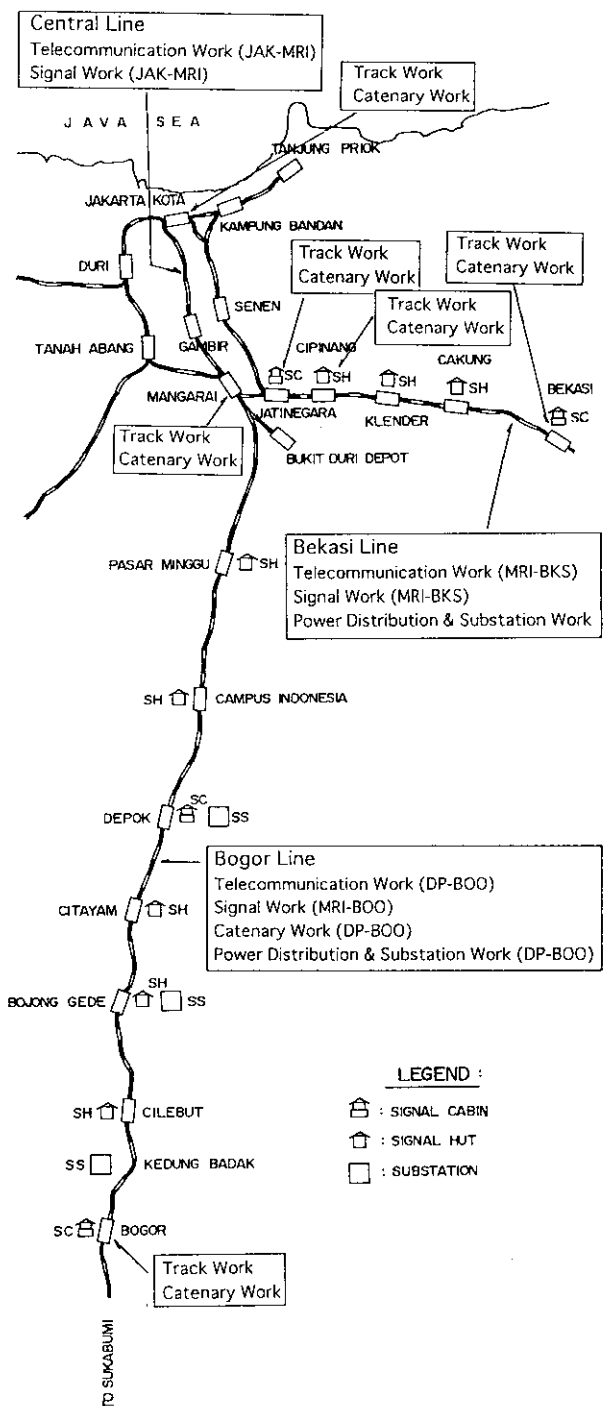


Fig. 5 Map for signalling project

- (5) 配電工事：信号設備用配電設備および配電線 60 km 敷設
- (6) 通信工事：駅間通信ケーブル 30 km 敷設および設備新設

#### 4.4.2 工事管理組織

前述の工事のための組織を Fig. 6 に示す。軌道・架線工事には社外の専門技術者を配置し、現場調査・設計を行い、現地技術者や現地地下請業者を技術指導しながらの現場施工管理を行う方法と、既存設備の調査改修を含み設備据え付けおよびケーブル敷設からなる変電、通信工事はターンキー形式の一括発注するという二つの方法を採用している。

すでに述べたように専門技術グループが現場工事を管理し、調整

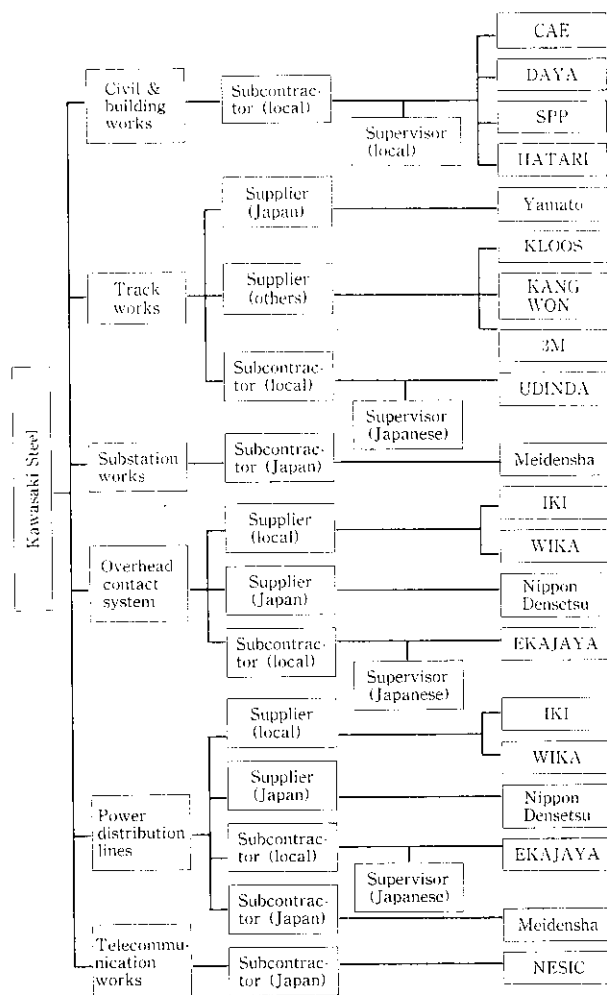


Fig. 6 Internal formation for signalling project

グループが全体工程・出来高、資材調達・輸送・保管、施工・国鉄との折衝、文書・図面処理といった間接部門を管理している。工事

を円滑に進めるためには両グループの意思疎通と相互理解が重要であり、毎日の朝礼以外にも機会をみては意見の交換を行っている。

#### 4.4.3 広域工事管理

Fig. 5からも分かるようにカバーすべき工事範囲は非常に広い。そのため工事拠点(現場事務所・倉庫)、移動手段、連絡網の確立が当初の課題であった。

工事拠点は工事規模を考慮してFig. 5の各現場に事務所を設け、現場管理は各現場事務所を基地とし、全体調整を中央工事事務所で行っている。各現場事務所間の連絡は無線を利用し、各現場間の移動には自動車を利用し、その移動用車両にも無線設備を設置して電気工事の際の変電所停止、復旧にも活用している

## 5 おわりに

本報告では東南アジアでの鉄道建設工事の実績を通じて、

- ・コンソーシアムの中における総合調整業務
- ・日本人技術者による技術、品質管理
- ・品質管理を鍵とする現地下請け業者に対する指導
- ・綿密な物流管理と現地の通関、輸送事情等を熟知した資機材調達管理
- ・下請け業者、ローカルスタッフの管理を含めた工程管理
- ・現地技術者の育成を鍵とする要員管理
- ・文書による確認を基とする下請け管理
- ・在庫、品質管理を必須とする資材管理

を核とする当社のコンストラクションマネジメント手法について紹介した。マネジメントの評価を定量的に行うことは難しく、ここで紹介した事例がそのまますべて他のプロジェクトに活用できるかどうかは本報告の読者の判断に委ねたい。

本報告の中でも一部言及したが、当社はこれまでの製鉄所・プラント建設の経験からさまざまな技術を組み合わせた複合工事を管理する技術を保有していたことと、そのような技術を必要とするプロジェクトが世の中にあり、その結果として受注・工期どおりの完工につながったものである。

## 参考文献

- 1) Kawasaki Steel: "Laying the Ground for the Next Young Tiger," *BULLETIN*, 15 (1993) 3, 5
- 2) 渡辺 幹夫: 「近代絵とき保線工学」, (1983), [交友社]
- 3) 日本国有鉄道電気局: 電気工作物, [電車線路] 設計施工基準
- 4) 日本鉄道建設公団関東支社: 電車線路金具標準規格, (1988)
- 5) (財) エンジニアリング振興協会: 「エンジニアリング・プロジェクト・マネジメント用語辞典」, (1986), [重化学工業通信社]