

川崎製鉄技報

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.28 (1996) No.3

フィリピン・ラグナテクノパーク工業団地開発における建設エンジニアリング
Construction Engineering for the development of LAGUNA TECHNOPARK in the
philippines

春日 知男(Tomoo Kasuga) 松田 実(Minoru Matuda)

要旨：

川崎製鉄はフィリピンの首都マニラの近郊において、アヤラ社、三菱商事(株)と共同で220haの中・軽工業向けの大規模工業団地を民間で初めて開発し事業化している。当社が工業団地の具体化に対して遂行したエンジニアリング業務は次の3項目である。(1) F/S段階での技術調査、工業団地の原単位の設定および基本計画の策定。(2) 工業団地のインフラの詳細設計および建設工事。(3) 入居企業に対する土地造成、工場建家や水処理計画などの技術援助および工事の実施。このような総合的な建設エンジニアリング力によって、入居企業に充実したインフラを提供し、安定した操業ができる質の高い工業団地を実現させた。

Synopsis：

Kawasaki Steel, in joint venture with Ayala Land, Inc. and Mitsubishi Corp., developed the LAGUNA TECHNOPARK, a private industrial park for light and medium industries covering an area of about 220 ha. It is located in Sta. Rosa and Binan, province of Laguna in the Philippines, about 40km from Makati. Kawasaki Steel provided engineering, concerning especially civil engineering, building, waterworks and drainage system for the industrial park. Firstly, a feasibility study of the project was made and a basic plan of the industrial park was laid out by taking into consideration the results of various technical investigations and studies. Secondly, detailed designing and construction work of infrastructure and utilities were carried out. Kawasaki Steel's total engineering services for this project can be considered to be a big success, since the services based on incorporation of tenants' comments and satisfactory utilization of infrastructure as well as utilities provided.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

フィリピン・ラグナテクノパーク工業団地開発における建設エンジニアリング*

川崎製鉄技報
28 (1996) 3, 170-175

Construction Engineering for the development of LAGUNA TECHNOPARK in the Philippines



春日 知男
Tomoo Kasuga
エンジニアリング事業
本部 建設事業部土木
技術部 主査(課長補)



松田 実
Minoru Matsuda
エンジニアリング事業
本部 建設事業部土木
技術部 主査(掛長)

要旨

川崎製鉄はフィリピンの首都マニラの近郊において、アヤラ社、三菱商事(株)と共同で220 haの中・軽工業向けの大規模工業団地を民間で初めて開発し事業化している。当社が工業団地の具現化に対して遂行したエンジニアリング業務は次の3項目である。(1)F/S段階での技術調査、工業団地の原単位の設定および基本計画の策定。(2)工業団地のインフラの詳細設計および建設工事。(3)入居企業に対する土地造成、工場建家や水処理計画などの技術援助および工事の実施。このような総合的な建設エンジニアリング力によって、入居企業に充実したインフラを提供し、安定した操業ができる質の高い工業団地を実現させた。

Synopsis:

Kawasaki Steel, in joint venture with Ayala Land, Inc. and Mitsubishi Corp., developed the LAGUNA TECHNOPARK, a private industrial park for light and medium industries covering an area of about 220 ha. It is located in Sta. Rosa and Binan, province of Laguna in the Philippines, about 40 km from Makati. Kawasaki Steel provided engineering, concerning especially civil engineering, building, waterworks and drainage system for the industrial park. Firstly, a feasibility study of the project was made and a basic plan of the industrial park was laid out by taking into consideration the results of various technical investigations and studies. Secondly, detailed designing and construction work of infrastructure and utilities were carried out. Kawasaki Steel's total engineering services for this project can be considered to be a big success, since the services based on incorporation of tenants' comments and satisfactory utilization of infrastructure as well as utilities provided.

1 はじめに

川崎製鉄はフィリピンの首都マニラから南へ約40 kmにおいて、Ayala Land, Inc., 三菱商事(株)と共同で民間開発として初めての工業団地であるラグナテクノパークの事業化に成功した(Fig. 1)。ラグナテクノパークは面積が220 haの軽・中工業向けの工業団地であり、隣接した地域は商業・住宅地として開発する計画のため、将来的には工業団地を中核とする総合的な町作りが実現する予定である。

本論文は当社が本工業団地の開発に際して、計画段階からインフラ建設まで関与した建設エンジニアリングについて報告する。さらに入居企業に対して行った工場建設に関してのエンジニアリング業務について述べる。

2 フィージビリティ・スタディ(F/S)

2.1 プロジェクト・コンセプト

工業団地開発のF/Sを開始するに当たって、日本や東南アジアの

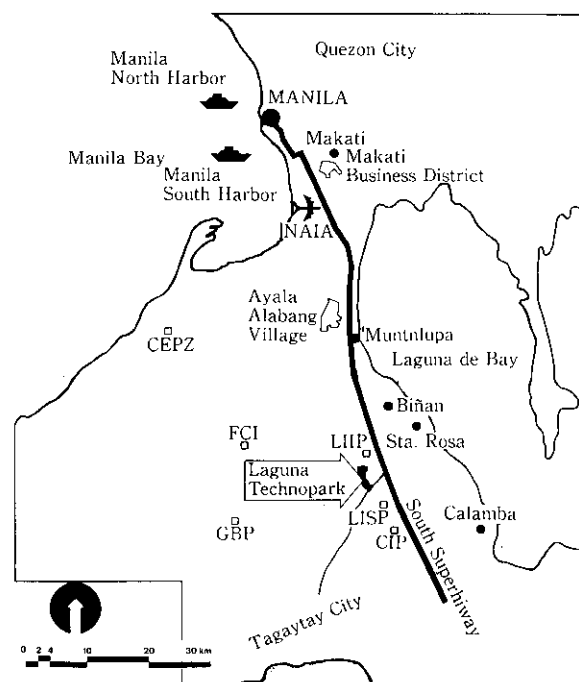


Fig. 1 Vicinity plan of LAGUNA TECHNOPARK

* 平成8年9月24日原稿受付

Table 1 Contents of field survey

1	Field reconnaissance		
2	Topographic survey		
3	Geological survey		
4	Soil survey	In-situ test	Standard penetration test
			Field permeability test
		Laboratory test	Specific weight
			Moisture ratio
			Grain size analysis
			Liquid limit, Plastic limit
			Unconfined drained test
			Consolidated drained test
5	Groundwater investigation		
6	River surveying		

工業団地の状況調査を行ない、その結果をもとに本工業団地の基本計画の前提条件として以下のようなプロジェクト・コンセプトを設定した。

- (1) 労働集約型・非公害・軽・中工業中心の工業団地とする。
- (2) 入居企業に対し安全・安心さを提供する。
- (3) 電力、通信施設、上下水、雨水・工場排水、下水処理場、道路、管理事務所・税関事務所・保税倉庫など工業団地運営に最も重要となるインフラを整備する。
- (4) 工場敷地の造成は入居企業に任せる。
- (5) 取水は団地側で一元管理し、入居企業に供給する。
- (6) 工場排水は各工場単位で処理し、放流水質のモニタリングを行う。一方、生活排水は団地側で一括処理を行う。

2.2 技術調査

工業団地の具現化のための現地調査は一般的な調査としての自然条件、社会条件、敷地現況調査、インフラ整備状況の他に予定地の工業団地として適当であるかの判断のために地質面から Table 1 のような調査を行った。敷地は中央が河川で分断された比較的なだら

Table 2 Investigation of water supply and drainage system

System	Item of investigation	Result	Standard, Guideline
Water supply	Source	Well (150 m depth)	Water Code
	Groundwater discharge	Pumping discharge: 23ℓ/s, 2 000 m ³ /d/well	
	Location of well	9 wells: Min. well distance 600 m	Water Code
	Water quality	Colon bacilli - a little No problem for chemical and physical properties	National Standards for drinking water
	Possibility of water Intake from river	Average stream flow 1.0 m ³ /s Water quality - mixed domestic waste water Downstream: Irrigation water → Impractical	River administrator: DPWH Water Code
	Standard of water quality	Drinking water - necessary for chlorination	National Standards for drinking water
	Industrial water consumption	Water consumption: Min. 85 m ³ /d/ha	
	Potable water consumption	Min. daily water consumption: 75ℓ/person/d	
		Max. daily water consumption: 1.2 × Mean daily water consumption	
		Max. hourly water consumption: 2.5 × Mean daily water consumption	
	Fire protection	1.9 m ³ /min.	Fire Code
Rainfall drainage	Rainfall intensity	170 mm/h	Metro Manila drainage project
	Probable rainfall	10 years	
	Runoff coefficient	Industrial area 0.80, Commercial area 0.85 Residential area 0.80, Park 0.50, Road 0.90	
	Destination of release	Sta. Rosa River → Laguna de Bay	
Industrial waste water	Discharge of Industrial waste water	Drainage discharge of each type of industry	
	Standard of treatment water quality	Effluent regulation class A	Effluent regulation
Sewage	Sewage discharge from industrial area	Mean daily sewage discharge = 95% of potable water consumption	
	Sewage discharge from residential area	Mean daily sewage discharge = 80% of potable water consumption	
		Max. daily sewage discharge = 1.2 × Mean daily sewage discharge	
		Max. hourly sewage discharge = 2.5 × Mean daily sewage discharge	
	Standard of treatment water quality	Effluent regulation class A	Effluent regulation

Table 3 Comparison for standard of drainage quality

Parameter	Unit	Philippines	Japan	Taiwan	South Korea	Indonesia	Great Britain
Arsenic	mg/l	0.1	0.5	0.3	0.5	0.05	0.5
Cadmium	mg/l	0.02	0.1	0.05	0.1	0.01	0.5
Chromium	mg/l	0.05	0.5	0.25	0.5	0.05	0.5
Cyanogen	mg/l	0.1	1.0	0.5	1.0	0.1	0.3
Lead	mg/l	0.1	1.0	0.5	1.0	0.05	0.5
Mercury	mg/l	0.005	0.005	0.003	NIL	0.005	0.5
PCB	mg/l	0.003	0.003	NIL	0.003	—	—
pH	—	6 ~ 9	5.8 ~ 8.6	6 ~ 9	5.8 ~ 8.6	5 ~ 9	6 ~ 9
COD(Cr)	mg/l	60	160(Mn)	120	150	—	—
BOD	mg/l	30	160	45	150	100	20
Total suspended solids	mg/l	50	—	—	—	—	—
Oil/Grease	mg/l	5	5	5	6	5	4
Total dissolved solids (TDS)	mg/l	1 000	—	—	—	—	—

Table 4 Basic design for industrial park

No.	Item	Basic design
1	Type of industry	(1) Electronics, (2) Semiconductor, (3) Motorcar, Motorcycle, (4) Precision machine, (5) Metal products, (6) Medicine, (7) Spinning, (8) Foods
2	Industrial area	70 ~ 75% of total area
3	Employees	100 persons/ha, Industrial area 16 800 persons, Admin. office, etc. 500 persons, Total 17 300 persons
4	Water supply	Potable water: Industrial area 75l/person/d × 1.5(3 shifts), Admin. office, etc. 150l/person/d, Total 2 000 m³/d Industrial water : 85 m³/day/ha → Total 14 400 m³/d
5	Drainage	Industrial waste water : All of industrial water, Total 14 400 m³/d Domestic waste water : 85% of potable water, Total 1 760 m³/d Rain water discharge : rainfall intensity 170 mm/h, Estimated concentration time 15 min, Total 371 000 m³/h
6	Electricity	80 MW (350 kW/ha)
7	Volume of goods	30 t/d/ha (10 h/d, 250 d/year operation), Total 5 050 t/d
8	Industrial waste materials	0.72 t/d/ha (10 h/d, 250 d/year operation), Total 121 t/d

な丘陵地帯で、全般的に良好な地盤であり、サトウキビ畑として使用されている土地であった。

工業団地のインフラ整備において人為的に産出することのできない工業用水の確保は工業団地の運営に不可欠である。また、それに伴う処理排水の排出とその水質は環境に大きく影響を与える。そのため重点的に給水、排水処理に関する調査を実施した。Table 2はその調査結果の概要を示す。

取水は既設・新設井戸の揚水試験により、十分な水量があることが確認されたが、地下水位低下予測を行った結果、井戸間距離などから9本の井戸が限界であると判明した。将来的に需要が増加した場合には川からの取水、工場排水のリサイクル、湖からの取水による公共水道など代替策が必要となる。

調査結果のうち、最も配慮すべき事項はフィリピンの排水基準（ラグナ湖放流基準）である。特に汚染が進行しているラグナ湖に放流される水質については、他国に比べて厳しくなっており、Table 3に

示すように重金属が1/2 ~ 1/10の水質値である。各工場はこれらの基準値以下の処理水となるように排水処理施設を建設しなければならない。なお当初は、Table 3にあるように他国の排水基準にない溶解性物質(TDS)がWHOの飲料水基準(平均500 ppm, 最大1 000 ppm以下)と同水準の値で規定されていたが、貿易工業省や環境省で排水水質におけるTDSの規定の必要性についての再検討が行われ、これは基準から除外されることになった。

2.3 原単位の設定

本工業団地への入居企業の業種は、フィリピンへの企業の進出状況を勘案して業種および導入比率を仮定し、これをもとに1 haあたりの工業用水使用量、従業員数を決定した。さらに前項で述べた調査結果と日本やASEAN諸国の工業団地の調査結果により本工業団地のインフラの基本となる原単位¹⁾をTable 4のように設定した。



Fig. 2 Layout of LAGUNA TECHNOPARK

2.4 基本計画

調査結果や原単位に基づいて実施した基本計画のうち、開発プラン（レイアウト）と給水・排水システムについて述べる。

2.4.1 開発プラン

開発プランは土地利用計画、交通量予測、道路配置、最小工場敷地面積、区画割り、景観などから種々のプランを検討した結果、Fig. 2のようなレイアウトに決定した。レイアウト上の特徴は以下のとおりである。

- (1) セキュリティ上の観点より工業用地と商業用地・住宅用地は南北幹線道路を境にして東西に分離した。
- (2) 管理棟などのユーティリティは中央部の川の両側に配置し、中央部の 230 kW の高圧線の下 40 m 幅には建築物を構築できないため緑地帯とした。また、下水処理場は下水を自然流下させることにより、標高の低い北側に配置した。
- (3) 工場区画は川より南側(Phase 1)を大規模工場向け、北側(Phase 2, 3)を中・小規模工場向けとして計画した。

2.4.2 給水・排水処理システム

工業団地の給水・排水処理システムを Fig. 3 に示すフローにまとめた。飲料水の設計水量は負荷変動を考慮したため、10% の割り増しを行った。インフラとしての水処理設備は以下のように計画した。

- (1) 飲料水用には塩素滅菌設備を設置する。
- (2) 生活排水の水処理として下水処理場を設置する。
- (3) 雨水の排水処理として最大降雨強度 15 分間の雨水を貯留できる容量の洪水調節池を設置する。
- (4) 各工場は自らの責任と義務において、工場排水がラグナ湖放流基準に満足させるように処理する。排水基準のうち pH, COD は団地側が水質モニターにより定期的に測定できる体制とし、入居企業に対して指導・監督を行う。

3 インフラの設計と建設

3.1 インフラの設計

工業団地の開発について前章の F/S の結果、技術的かつ収益性において事業化が可能となったため、前述の基本計画に従ってインフラの詳細設計に着手した。

詳細設計は Table 5 に示す項目について、日本とフィリピンの設計技術者が共同で実施した。適用基準はフィリピンにおいて採用されているものとし、設備内容は現地の調達やメンテナンス事情などを考慮してできるだけ現地に適した仕様にすると同時に日系企業が入居することを想定し、そのニーズに応えられる仕様に設計した。

3.2 インフラの建設

インフラの建設のうち主な土木工事についてはフィリピンの建設会社が担当した。しかしながら団地の顔である総合事務所棟などの建築物やフィリピンであまり実績のない鋼橋架設工事については、当社の現地法人 Riofil Corp. が担当した (Photo 1, 2)。特に 2 橋の鋼橋架設工事は高圧電線の関係から架設重機が使用できないため、送り出し架設工法を採用した。

4 入居企業へのエンジニアリング

1991 年より販売開始した本工業団地は現在 50 の企業が操業中あるいは入居を決定しており、そのうち日系企業が 28 にものぼる。業種も自動車製造・自動車部品、家電・電子部品の工場が全体敷地の 7 割近くを占めている。F/S 実施時の導入業種の仮定は、半導体工場が予想以上に少なかったことを除いてほぼ正しかったと言える。工

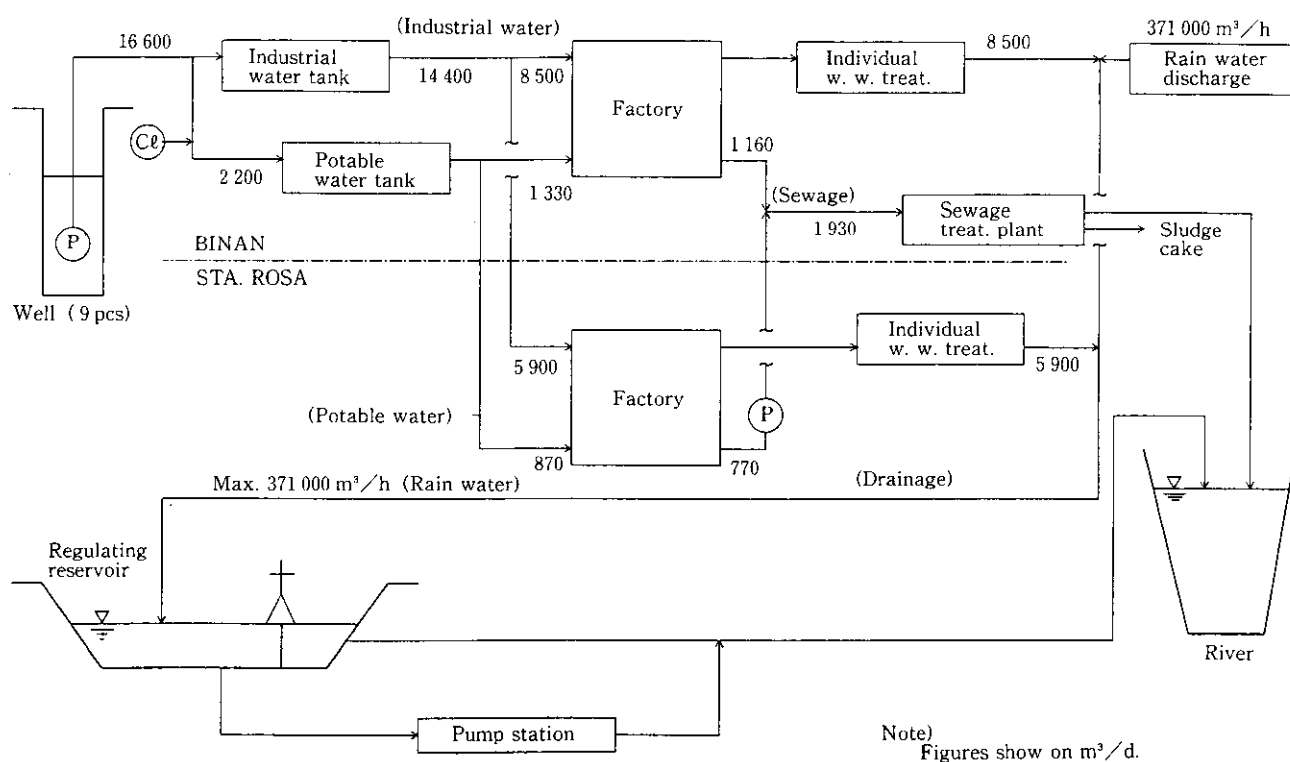


Fig. 3 Water supply and treatment system

Table 5 Detailed design for infrastructure of industrial park

1	Site grading plan for road and utility area
2	Road
3	Bridge
4	Water supply system
5	Sewage system
6	Rainfall drainage system
7	Sewage treatment plant
8	Electrical facilities
9	Building (Administration office, etc.)
10	Landscaping



Photo 1 Steel bridge

業団地の現況を **Photo 3** に示す。

当社は本工業団地に企業を誘致する段階から入居決定後、工場建設までの期間において、入居企業に対して以下に示すようなエンジニアリングを提供した。

- (1) 客先の要求・要望に合わせた区画の選定やコストが安価で土地利用が効率的な土地造成プランの推薦などの技術援助を行った。その結果、11件の土地造成工事を実施するに至った。
- (2) 工場建家の建設において、入居企業のニーズは低価格で操業開始工程までの短期間で施工可能なことであるため、設計技術力、現地ファブに対する指導・管理力、日本など国外からの材料調達力などにより鉄骨造の工場建家建設のエンジニアリングを実施した。その結果、短工期で品質の高い施工能力を客先に評価され、設計から施工までの総合建築工事を4件実施した (**Photo 4**)。
- (3) 入居企業の責任である工場排水の水処理において、ラグナ湖



Photo 2 Administration office

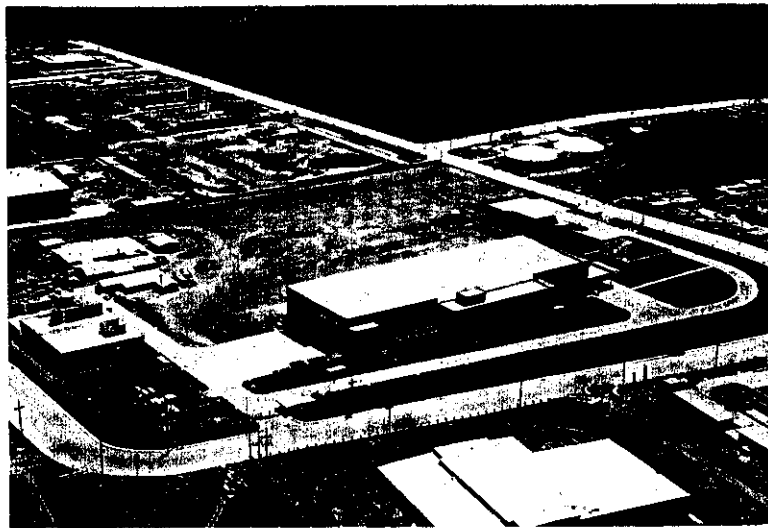


Photo 3 Present view of LAGUNA TECHNOPARK



Photo 4 Construction of factory building

放流基準の水質を保証する排水処理設備の工事を2件実施した。入居企業の工場排水が確実に排水基準を満足する水質に処理できるように処理実験を実施することにより設備の設計諸元を決定した。さらに現地工事の最短化、工事のリスク回避を目指した設計を徹底させることにより、客先の納期に合わせて工事を完工させることができた。

5 おわりに

フィリピン・ラグナテクノパーク工業団地の開発に際して当社が実施した建設エンジニアリングは以下の内容である。

- (1) F/S段階での技術調査、工業団地の原単位の設定および基本計画の策定
- (2) インフラの詳細設計および建設工事
- (3) 入居企業に対する土地造成、工場建家や水処理計画などの技術援助および工事の実施

工業団地の開発、建設は製鉄所の建設と同様なステップを踏んでいく。その意味で本工業団地開発は当社の製鉄所建設を通じて培われた土木・建築・環境などの総合的な技術が十二分に発揮できたと言える。また、入居企業からの様々な技術的な要求に対して応えていくエンジニアリング力が求められたが、それらに応えていくことができた。

本工業団地を開発する過程において、さまざまな政治的環境の変動やルソン島大地震、ピナツボ火山爆発などの自然災害の影響を受けながらも工業団地が実現できたことは、海外からのフィリピンへの投資の呼び水となりフィリピン経済の発展に寄与できたと考える。今後の他の工業団地開発において良い参考例となれば幸いである。

参考文献

- 1) (財)日本立地センター：工業立地原単位調査報告書(1989)