

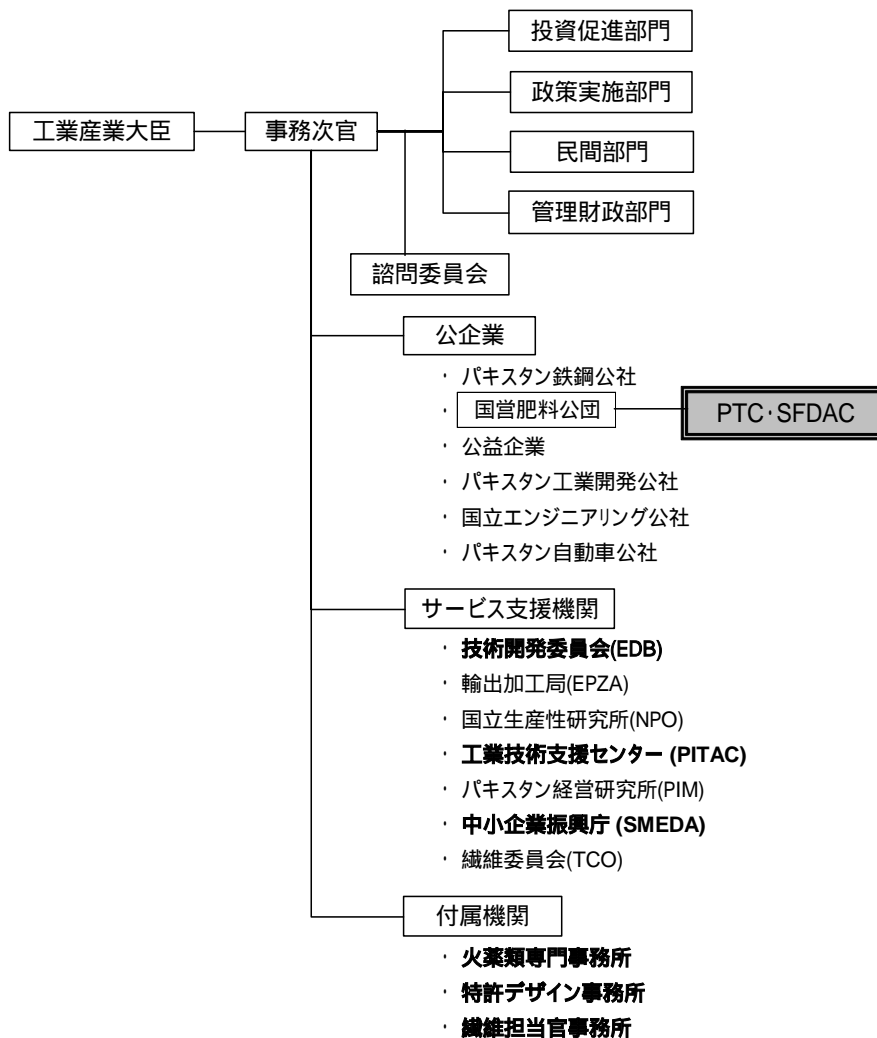
第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 主管庁



(注)太字は100%工業産業省より支援を受けている組織。他は独立採算。

図1 工業産業省 組織図

工業産業省は、付加価値のある製品や世界市場において価格競争力のある製品の輸出を支援するため、情報収集や環境整備に重点をおいている。省の中心機関として国家全体の産業政策に関する計画を立案する投資促進部門、政策実施部門、民間部門及び管理財政部門がある。これらの部門を支援する機関と

して公企業（国営企業）、サービス支援機関（技術支援）及び付属機関（研究所）が設置されている。

公企業は収益性のある国営企業であり、鉄鋼、セメント、肥料、エンジニアリング等の企業が含まれている。これらの企業に対する工業産業省の財政的支援はなく、独立採算により運営されているが、収益の一部を工業産業省に提供する必要はある。プラスチック技術センター（Plastics Technology Centre : PTC）は公企業の一つである国営肥料公団の管轄下にあるが、実質上、人事的、財政的關係はなく、管轄権は名目的なものとなっている。従って、PTC は工業産業省と直接、本プロジェクトの内容を協議しており、国営肥料公団への協議議事録の説明及び書類への署名も必要としなかった。

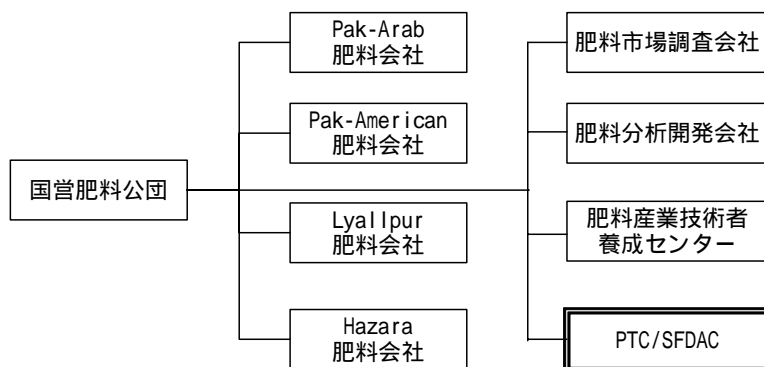


図 2 国営肥料公団 組織図

サービス支援機関は、技術支援や専門別の政策を策定している。パキスタン工業技術支援センター（Pakistan Industrial Technical Assistance Centre :PITAC）、中小企業振興庁（Small & Medium Enterprise Development Authority : SMEDA）及び技術開発委員会（Engineering Development Board : EDB）を除き独立採算が求められている。我が国は PITAC においてプロ技を実施中であるが、SMEDA にも中小企業政策のアドバイスのために専門家が派遣されている。

付属機関は爆発物、特許等に関する監視や出版を行っている。

(2) 実施機関

PTC は 1988 年パ国唯一のプラスチック加工の教育訓練センターとして、化学セラミック公団（Federal Chemical & Ceramics Corporation Limited :FCCCL）の管轄の下、UNIDO / UNDP の資金と協力により設立された。設立の目的はプラスチック製品の付加価値の増加及び品質改善をとおして、食糧増産、外貨獲得及び輸入代替である。設立当初の業務範囲は、技術研修（短期コース）、外部委託試験、技術支援等であった。短期コースの技術研修は、専門別に企業の技術者を対象として 2 日から 5 日の期間に実施されており、表 23 に示すような材料調合、金型取付、射出成形等の分野が含まれている。これらのコースは、常設コースではなく企業の要請や参加希望者が集まった段階で、開講されている。参加者は企業からの派遣が多く、2002 年 11 月までに 1,783 人の研修生を輩出している。

表 23 短期コース一覧

	コース名		コース名
1	プラスチック加工基礎	12	ブロー成形加工基礎
2	プラスチック材料基礎	13	押し出しブロー成形加工の条件設定法
3	プラスチック材料の取扱いと準備	14	シート加工用ブロー押出加工基礎
4	プラスチックコンパウンド処理	15	圧縮成形加工基礎
5	プラスチック材料の再生法	16	サーモフォーミング技術基礎
6	射出成形加工基礎	17	ガラス強化樹脂基礎
7	射出成形加工の条件設定法	18	スクリーン印刷技術基礎
8	射出成形加工のトラブル対策	19	品質管理基礎
9	射出成形加工の金型設置法	20	テスト試験法
10	射出成形加工用金型設計基礎	21	プラスチック製品設計基礎
11	押出成形加工技術	22	個別指導プログラム

外部委託試験は、企業が PS 規格等の認定を得るのに必要な試験、及び自社製品の品質向上のための試験が含まれ、対象企業はプラスチック成形企業のみではなく、石油会社、貿易会社、エンジニアリング会社等も含まれる。試験数は 2002 年 11 月までに 1,084 社の 4,574 件に達している。

技術支援は金型設計、製品開発、製造工程適正化等を、自動車会社、家電メーカー、化学等の製造業及び官庁等に対して行っている。支援内容は換気扇の金型設計から成形条件までの支援、自動車用成形部品（ヘッドライトカバー、バンパー等）の品質向上の支援、鞆用プラスチック素材の配合組成の開発支援等が含まれており、PTC は 2002 年 11 月までに 2,480 社を支援している。

1991 年、PTC は未就業者及び初心者を対象として、成形の基礎から総合的に教育・研修する基礎コースを開講した。このコースは貧困層の未就業者も対象とするため、申請による学費の一部免除が制度化され、貧困層の雇用機会の拡大が目論まれている。研修期間は 3 ヶ月間である。定員は 30 人であるが、実習時は 10 人単位の 3 グループに分割し、ローテーション（表 25）により研修生がより長く機材操作に関与できるようにしている。基礎コースのカリキュラムを表 24 に掲げるが、実習時間は教育・研修期間中に約 2 割しかなく、座学重視の内容となっている。同様に短期コースでも実習時間は 3 割程度のみである。実習機材は設立時より更新されておらず、老朽化した中古品が多く企業と同等レベルの機材がないため、企業ニーズに応えた研修が行える状況となっていない。

表 24 基礎コースカリキュラム

週	14:00 ~ 15:15	15:30 ~ 17:00
1	1. 開講式、実習場見学 2. ポリマー材料 - モノマー、ポリマー、プラスチック、エラストックの解説 3. ポリマー材料 - ポリマーの分類と構造	
2	1. ポリマー材料 - 熱可塑性樹脂 (Olefin family : LDPE, LLDPE & HDPE) 2. ポリマー材料 - 熱可塑性樹脂 (Olefin family : PP) 3. ポリマー材料 - 熱可塑性樹脂 (Vinyl family)	
3	1. ポリマー材料 - 熱可塑性樹脂 (Styrenic family : PS, IPS, HIPS, EPS, SAN & ABS) 2. ポリマー材料 - ゴム、エラストマー 3. ポリマー材料 - PET, Nylons	
4	1. ポリマー材料 - 熱可塑性樹脂 (Polycarbonates & Acetals) 2. ポリマー材料 - 熱可塑性樹脂 (Acrylics & Cellulosics) 3. ポリマー材料 - 熱硬化樹脂入門 (PF)	
5	1. ポリマー材料 - 熱硬化樹脂 (Amino Resins (UF & MF)) 2. ポリマー材料 - 熱硬化樹脂 (Unsaturated Polyesters, Epoxy & Hand Lay-up) 3. 添加剤	
6	1. 添加剤 Polymer Materials Additives - Modification of Polymers & Formulations 2. 製造技術 - 混合・コンパウンディング 3. 製造技術 - 押出成形 (理論)	
7	1. 製造技術 - ブローフィルム成形 (理論) 2. 製造技術 - 圧縮成形、トランスファー成形 (理論) 3. 製造技術 - 射出成形 (理論)	
8	1. 製造技術 - ブロー成形 (理論) 2. 中間試験	
9	1. 工場での保健衛生と安全 2. 製造技術 - 金型基礎	
10	1. 実習 (表 26 参照)	
11	1. 実習 (表 26 参照)	
12	1. 実習 (表 26 参照)	
13	1. 試験技術 - 材料の試験 (理論) 2. 試験実習	
14	1. 品質管理 2. 最終試験 3. 口頭試験	

表 25 3ヶ月コースの実習時間割

実習内容と使用機材

週	実習番号	実習内容	使用機材
10	1	原材料調合 (原料に添加剤や顔料を調合し、PVC 用コンパウンドを製造する)	ミキサー
	2	造粒工程 (パウダー状のコンパウンドをペレット状にする)	造粒機
	3	押出成形 (PVC パイプを製造する)	押出成形機
11	4	射出成形 (試験用サンプルを作製する)	射出成形機
	5	インフレーション法フィルム成形 (1層フィルムを製造する)	ブローフィルム成形機
	6	ブロー成形 (ボトルを製造する)	ブロー成形機
12	7	原材料調合 (原料に添加剤や顔料を調合し、ゴム用コンパウンドを製造する)	2軸ローラー混合機
	8	圧縮成形 (ゴム) Compression Moulding of Rubber Compound	圧縮成形機
	9	リサイクル (不良品を粉碎し、造粒機でペレットを製造する)	粉碎機、造粒機

実習のグループ分け

週	曜日	グループ A (10人)	グループ B (10人)	グループ C (10人)
10	月	1	4	7
	火	2	5	8
	水	3	6	9
11	月	4	7	1
	火	5	8	2
	水	6	9	3
12	月	7	1	4
	火	8	2	5
	水	9	3	6

注：グループ内の番号は上記実習番号を示す。

上記の基礎コース及び短期コースは、個人や中小零細企業の技術者を対象としており、学費は低額に設定されている。しかし、PTC は運営上、収入源の多様化を図るため、1994 年大学教育を担当するアカデミックコースを開講した。アカデミックコースは石油化学関連の 4 年制大学である。PTC は英国のノースロンドン大学及びパ国のハムダード大学と提携しており、後期中等教育修了者はこうした大学の入学試験を PTC において受験することができる。学生は 2 学年終了時まで PTC において授業を受けるが、3 学年及び 4 学年は英国の本校に留学する必要がある。英国に留学しない場合は、PTC において 4 学年を終了することで、ハムダード大学の卒業証書が発行される。また、前期中等教育修了者は PTC に入学後、2 年間の教育を受けることでディプロマ資格を得ることができる。

さらに FCCCL は 1994 年、PTC の隣接地に UNDP/UNIDO の協力により人工繊維開発応用センター (SFDAC) を開設した。SFDAC は 2001 年まで繊維の輸出を促進するための試験機関として運営されていたが、2001 年化学繊維関連の大学を開校した。

PTC 及び SFDAC は 2002 年 8 月まで FCCCL の管轄下にあったが、同公団が民営化されたことに伴い分離され、国営肥料公団 (National Fertilizer Corporation: NFC) の管轄下に入った。その結果、運営は政府関係者 4 人、教授 3 人、民間人 6 人及びセンター長より構成される運営委員会が行うようになった。2002 年まで PTC 及び SFDAC は、それぞれにセンター長が在籍し、独立した組織として運営されていたが、SFDAC のセンター長が空席となったことや運営費削減のため、統合されて運営されることとなった。現在、PTC と SFDAC はプラスチック学部と化学繊維学部を構成している (図 3)。

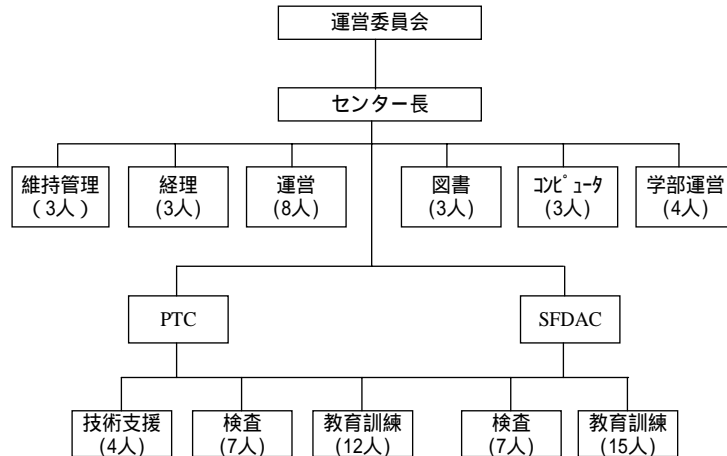


図 3 PTC/SFDAC 組織図

表 26 及び表 27 に PTC の事業実績と研修生数・学生数の推移を掲げるが、毎年一定の実績が確保されている。

表 26 PTC の事業実績
(過去 4 年間 1999 ~ 2002 年の平均実績)

	内容	実施期間	過去 4 年間の平均値	備考
1.研修コース 基礎コース	未就業者や初心者に基礎的な知識と実習を教育・訓練する。プラスチック材料の種類・性質及び主要成形機や試験機のメカニズムの理解・実習等。	3ヶ月間	31人	年1回。定員は30人。
短期コース	企業技術者の専門分野を分野別に研修する。射出成形機への金型取付や原材料の調合等、専門的な23コースを提供。	2~5日間	56人	5~8コースが適宜開講されている。定員はコースにより10~20人。
アカデミックコース	石油化学分野で大学、ディプロマレベルの教育を行う。ポリマー(重合体)の理論から、工業生産、環境対策等まで含まれる。	1~4年間	35人	大学卒業証取得可能。
2.外部委託試験	企業から委託された製品の強度等に関する試験を行う。試験内容は引張強度、硬度、材料の定性分析、衝撃試験、摩耗試験等。		200件	引張強度試験(60件)、硬度試験(40件)、材料の定性分析(20件)等
3.技術支援	企業に技術的アドバイスを行う。主な内容は金型の設計支援、押出成形品の開発支援、素材選定のための技術支援等。		65件	顧客は自動車、電話、化学等の製造業及び官庁等が含まれる。
4.その他 セミナー	農業におけるプラスチックの有効利用(パイプによる灌漑やビニールハウス等)の啓蒙。		80人	開催地:カラチ、ラホール、イスラマバード等
実習受け入れ	学生の卒業研究用に試験機を提供する。化学や機械の学生にプラスチック全般の講義を行う。		60人	提携校:カラチ大学、NED大学

出典: PTC からの聞き取り調査による(2002年11月時点)

表 27 PTC の卒業生・研修生数

Course \ Educational year	1999/ 2000	2000/ 2001	2001/ 2002	2002/ 2003	2003/ 2004
1.アカデミックコース					
大学4年コース				11	15
上級ディプロマコース	12				
大学2年コース	7	16	8	6	5
大学1年コース	22	8	6	5	3
ディプロマコース	9	12	10	9	7
合計	50	36	24	31	30
2.基礎コース					
3ヶ月コース	32	30	35	28	27
3.短期コース					
(1)プラスチック成形概要	33		15	27	3
(2)プラスチック材料 - 概要	3		57	16	
(3)射出成形機 - 概要		15	3		
(4)射出成形機 - 準備				4	
(5)射出成形機 - 金型取り付け			2	3	
(6)押出成形機					2
(7)ブロー成形機 - 概要	5	2	6	4	
(8)圧縮成形機		3	1	2	
(9)ガラス強化プラスチック手積み成形法		2		1	
(10)検査	15		6	2	
(11)特別コース (PVC 技術)	3				
合計	59	22	90	59	5

(3) 卒業後の進路

卒業後の進路は 2002 年度の実績によると、短期コースは卒業生全員が Valancia Furniture, Reckitt & Colman of Pakistan Limited, Co-Ex Private Limited, Kashmir Polytex Limited, Premier Industrires 等、企業派遣のため、卒業後はもとの企業へ戻っている。基礎コースでも卒業生 28 人の内、14 人は Autoparts Ltd., Madiator Plastics Ltd., Pelikan Industries Ltd., Multimedia Plastics 等、企業派遣であるため、卒業後はもとの企業へ戻っているが、個人卒業生の進路は把握されていない。但し、卒業後の進路に関連して PTC は企業より求人者の申し込み（例として鈴木自動車、試験を受けることは必要）を受けることもある。また、新聞紙上の求人において経験年数の他に、PTC の卒業資格が優遇されることもある。

2-1-2 財政・予算

PTC は FCCCL から分離されるまで、収支が赤字となっても FCCCL から赤字分を補填されていた。そのため収支は補填分を除くと赤字基調であった。FCCCL が民営化される過程において、PTC は FCCCL に引き取られず、公企業で高収益が上がっている NFC の管轄下に入った。しかし、NFC の高収益を支えている管轄下の肥料会社は、高収益であるが故に政府の方針として民営化される可能性が高く、その場合は、

NFC の収益は激減し、NFC の収益では PTC の赤字補填が困難となることも予想される。場合によっては、NFC は PTC の存在意義を検討し、必要ないと判断すれば廃止することも起こりうる。PTC に隣接する SFDAC も同じ環境に下であり、両センターは収支を改善し赤字基調から脱却するため、統合することで経理や管理部門の人員を削減した。その結果、PTC と SFDAC の合計で 2001 年度に 25 百万 Rs (約 4,700 万円 : PTC が約 10.6 百万 Rs、SFDAC が約 14.7 百万 Rs) あった人件費 (管理費) は、2002 年度に 13 百万 Rs (約 2,440 万円) まで縮小した (表 29)。また、長期的に安定した収入を確保するため、SFDAC はアカデミックコースの新設により、それまで 2 百万 Rs (約 380 万円) であった授業料 (試験費、技術支援費を含む) は、2001 年度に 8 百万 Rs (約 1,500 万円)、2002 年度に 19 百万 Rs (約 3,570 万円) まで拡大している。こうした努力の結果、PTC 及び SFDAC の合計総収支は 2002 年度に 11 万 Rs (約 20 万円) の黒字に転じている (表 29)。

PTC の収入は、大きく授業料及び外部委託試験料に依存している。アカデミックコースの授業料は年間 73,000Rs、基礎コースは 3 ヶ月で 5,800Rs、短期コースは期間が 2 日から 5 日と幅はあるが、1 コースは 2,000Rs 程度となっている。基礎コースは生活困窮者に申請による学費減免の処置がある。また、外部委託試験は一件当たり 1,000Rs から 15,000Rs となっている。過去の卒業生・研修生数、外部委託試験数の平均から、収入を計算すると年約 809 万 Rs (表 28) となるが、2003 年度の収入約 802 万 Rs (表 29) に近似しており、妥当な実績である。また、2009 年度の本プロジェクト目標値達成時のアカデミックコースを除く収入は、約 236 万 Rs が予定されている。一方、基礎コース、短期コース及び外部委託試験にかかる支出は、約 216 万 Rs が予定され、収支予測は 20 万 Rs の黒字が予定されている。詳細は 3-5-2 運営・維持管理費を参照。

表 28 PTC の収入

収入細目	単価	1999～2002 年 平均在校生数 / 研修生数 / 件数	合計	2009 年	
				在校生数 / 研修 生数 / 件数	合計
アカデミックコース	73,000	100	7,300,000	120	8,760,000
基礎コース	6,000	31	186,000	60	360,000
短期コース	2,000	56	112,000	280	560,000
外部委託試験	1,500	200	300,000	400	600,000
技術支援	3,000	65	195,000	280	840,000
合計			8,093,800		11,120,000

表 29 収支の推移

(単位：Rs、1 Rs=1.88 円で換算)

PTC

		2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004
収入	授業料・検査費・技術支援費	4,460,109	5,279,728	5,001,000	8,025,000
	FCCCL補填	9,382,827	7,443,435	2,986,000	0
	その他	33,770	25,006	0	0
	合計	13,876,706	12,748,169	7,987,000	8,025,000
支出	学科運営費	6,468,481	4,491,450	3,546,000	4,497,000
	管理費	9,766,051	10,619,591	4,444,000	3,860,000
	その他	302,782	13,567	10,000	10,000
	合計	16,537,314	15,124,608	8,000,000	8,367,000
収入 - 支出		-2,660,608	-2,376,439	-13,000	-342,000
換算値：日本円		-500.2万円	-446.8万円	-2.4万円	-64.3万円

SFDAC

		2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004
収入	授業料・検査費・技術支援費	2,102,910	8,142,589	19,892,000	29,384,000
	FCCCL補填	353,715	5,184,791	2,740,000	0
	その他	12,508,668	29,538	507,000	510,000
	合計	14,965,293	13,356,918	23,139,000	29,894,000
支出	学科運営費	5,119,212	7,682,295	14,048,000	17,635,000
	管理費	15,471,516	14,692,555	8,957,000	9,829,000
	その他	7,551	10,250	10,000	15,000
	合計	20,598,279	22,385,100	23,015,000	27,479,000
収支合計		-5,632,986	-9,028,182	124,000	2,415,000
換算値：日本円		-1,059.0万円	-1,697.3万円	23.3万円	454.0万円
収入 - 支出 (PTC+SFDAC)		-8,293,594	-11,404,621	111,000	2,073,000
換算値：日本円		-1,559.2万円	-2,144.1万円	20.9万円	389.7万円

2-1-3 技術水準

PTC は UNIDO / UNDP が設立に関与した経緯から、教員の技術及び教育水準は設立時以来高い。UNIDO / UNDP は 5 ヶ年にわたり研修コースを運営しただけではなく、教員を国内外の大学等へ派遣し、技術及び専門性を向上させている。その結果、座学を担当する教員は、理学修士 3 人、工学修士 1 人、工学学士 4 人、ディプロマ 1 人により構成され、米国や英国で教育を受けた人材も多い。教員としての経験も長く平均で 20 年の実績があり、理論的能力は優秀である (表 30)。また、実習部門の専任者は理学修士 1 人、ディプロマ 1 人、工業高校修了 2 人、専門学校修了 2 人により構成され、実務経験年数も 10 年以上の実績がある (表 30)。機材の維持管理は、座学担当の教員と実習担当者が相互に担当し、協力しながら実施している (表 31)。また、30 年以上も前に製造された機材を現在でも稼働できる状態に維持していること、及び機材への注油や実習場の清掃も行き届いていることから、機材の運営・維持管理能力は十分にあると判断できる。

表 30 機材の運営・維持管理

機材名	名前	資格	経験年数	勤務年数
押出成形機 Extruder	Arshad Faruqui	工学修士	15 年	12 年
	Muhammad Saleem Baig	工学学士（化学技術）	20 年	12 年
	Amir Khan	Diploma in Chemical Eng.	12 年	7 年
	Fazal	工業高校修了証	20 年	7 年
	Peter	ディプロマ（機械技術）	12 年	7 年
	Rehman Ali Khan	工学学士	20 年	15 年
射出成形機 Injection Moulding	Yaser Jaffer	工学学士（ポリマー技術）	5 年	4 年
	Arshad Faruqui	工学修士	15 年	12 年
	Irfan	工業高校修了証	12 年	7 年
	Mushtaq	電気・機械技術認定証	15 年	8 年
熱成形機 Thermoforming	Zaheer A. Chughtai	理学修士（化学技術）	36 年	12 年
	Muhammad Saleem Baig	工学学士（化学技術）	20 年	12 年
	Sajid	機械技術認定証	10 年	7 年
ブロー成形機 Blow Moulding	Yasser Jaffer	工学学士（ポリマー技術）	5 年	4 年
	Rehman Ali Khan	工学学士	20 年	15 年
	Mushtaq	電気・機械技術認定証	15 年	8 年
試験機器 Testing Equipment	Muhammad Ehsan Ashraf	工学学士	30 年	18 年
	Shabbir Ahmed	ディプロマ（化学技術）	22 年	7 年
	Tauheed Ahmed	理学修士（化学）	22 年	9 年
	Rehman Ali Khan	工学学士	20 年	15 年
	Tariq Jamal	理学修士（化学）	10 年	10 年
	Raja Zahoor	工業高校修了証	22 年	10 年

表 31 機材の維持管理体制

	座学担当	実習担当	維持管理方法
押出成形機	4 人	2 人	毎回、実習開始前に機材への給油、ボルト・ナットのゆるみがないことの確認をする。 実習後は清掃をその都度行い、不具合や故障が発見された場合には維持管理部門が適宜対応する体制となっている。
射出成形機	2 人	2 人	
熱成形機	2 人	1 人	
ブロー成形機	2 人	1 人	
試験機器	4 人	2 人	

2-1-4 既存施設・機材

(1) 施設の現況

PTCの施設は、カラチ市の中心地より東南東約 6 km 地点に位置している。敷地は平坦で矩形をしており、敷地面積は 4,000m²である。敷地は高さ 3mのPCのコンクリート壁に囲まれており、隣接する

SFDACの敷地とは鉄製の門扉を介して結ばれている。現在、PTCとSFDACは一体として運営管理されているが、以前は独立した施設として運営されていたため、建物は外観上独立した別の施設に見える。そのため本計画で建設される建物の配置は、SFDACの敷地内に建設されるようにみえるが、両施設を隔てる壁は建設中に撤去される。PTC及びSFDACの既存施設の現状を以下に掲げる。

表 32 既存施設の現状

	敷地面積	建築面積	延べ床面積	構造	階数
PTC	4,077m ²	1,058m ²	1,670m ²	鉄筋コンクリート造	2階建て
SFDAC	9,855m ²	2,282m ²	5,577m ²	鉄筋コンクリート造	3階建て
合計	13,932m ²	3,349m ²	7,247m ²		

表 33 PTC の施設内容

<主要施設内容>

	部屋名	床面積(m ²)	面積・用途
1階	実習場	450	天井高さは7mである。製造機器が配置されている。冷房設備は無く換気扇5台で換気を行っている。給気は外部に面した扉を開けて行っている。
	恒温恒湿試験室	66	試験室、18台の試験機器。空調設備設置
	光学試験室	53	試験室、12台の試験機器。
	講義室(2室)	35, 55	講義室、テーブル付き椅子。
	コンピューター室	45	パソコン実習室。
2階	講義室(2室)	25, 55	講義室、テーブル付き椅子、OHP。ウィンド型空調設備
	多目的ホール	88	講義室兼ホール、テーブル付き椅子、OHP。ウィンド型空調設備
	秘書室	15	秘書室。
	電気室		50KVAの発電機。
	CAD室	45	デザイン室。
	湯沸室	14	湯沸室。
	屋上	物置	40
高置水槽			貯水量約24t。コンクリート製。
受水槽			貯水量約54t。コンクリート製。

(2) 機材の現況

既存機材の現状を表34に示す。全て数量は1台である。既存機材の多くは1988年の設立時に導入されている。しかし、PTCより設置時点で既に中古品であったとの指摘があるように、判別できる成形機の製造年は1965年や1966年製等、40年近く経過しており、製造年を判別できない機材も外観から判断すると相当老朽化している。製造以来、長期間が経過しており、メーカー自体が不明のため故障に対応できない機材、存在しても旧式のため交換部品が入手できず稼働しない機材、老朽化のため所期の性能を発揮できない機材ばかりである。そのため、こうした機材は初心者には機材のメカニズムを教える場合や操作訓練に使用できるが、一定規格の品質を備えた製品を製造できる機材ではない。

表 34 既存機材の現状

(実習機材)

機材名	設置年	製造年	生産国・メーカー	仕様	使用部門	稼働状況
1.押出成形機 (PVC パイプ製造ライン)	1988年	1965年	日本・東芝機械	Se40 A9-250 スクリュー径：42mm 押出能力：20kg/時	アカデミックコース(A) 基礎コース(B) 短期コース(S) 技術支援(E)	稼働するが、パイプの肉厚、径のばらつきが多い。老朽化激しい。
2.射出成形機	1990年		ドイツ・Demag	Model D100 NC 射出容量：80g 型締め力：100t	A,B,S,E	型締めヘッドの基盤が故障。旧式のため交換部品はない。
3.射出成形機	1988年	1966年	日本・東芝機械	Model Is 80 射出容量：809g 型締め力：100t	A,B,S,E	稼働するが、老朽化激しい。型開閉速度、射出速度、圧力等本来の性能が発揮されていない。
4.圧縮成形機	1988年		ドイツ・Karl Kolb	Model 348-010 圧縮力：20t 最高温度：250	A,B,S,E	稼働するが、老朽化激しい。旧式で全てが手動式。教育用には使用できるが、実践向きではない。
5.ブロー成形機	1991年		ドイツ・Bekum	Model Hbd 50 スクリュー径：50mm スクリュー速度：18-100rpm	A,B,S	故障。型開閉の2ヶ所が作動せず。老朽化激しい。
6.ブローフィルム成形機	1991年		スイーデン・Axon	Model Bx-25 フィルム幅：325mm 成形能力：20kg/時	A,E	故障。操作盤内の故障であるが、旧式のため部品の入手ができない。
7.ブローフィルム成形機	1988年	1966年	日本・東芝機械	Model Mk 85 フィルム幅：500mm 成形能力：25kg/時	A,B,S	稼働するが、老朽化激しい。旧式のため教育用には使用できるが、実践向きではない。
8.サーモフォーミング	1988年	1966年	日本・浅野研究所	手動1ヶ取り シート幅：35mm	A,B,S,E	稼働するが、老朽化激しい。旧式のため教育用には使用できるが、実践向きではない。
9.グラニューレーター	1990年		英国・Black Friars	Model 23/20 速度：35rpm	A,B,S,E	稼働するが、老朽化激しい。均一なペレットが製造できない。旧式のため教育用には使用できるが、実践向きではない。
10.2 軸ロール粉碎機	1991年		英国・Francis Shaw	能力：150x300mm 前方速度：20-30rpm	A,B	稼働する。

(試験機材)

機材名	設置年	製造年	生産国・メーカー	仕様	使用部門	稼働状況
1.トルクレオメーター	1988年		ドイツ・Brabender	Model Pld-331	A	故障。旧式のため部品が調達できない。
2.万能試験機	1987年		英国・Instron	Model 4302 容量：10kN	A,B,S,E	稼働する。
3.硬度計	1989年		英国・Coats Machine Tools	Model D 範囲：0-100	A,B,S,E	稼働する。
4.エレメントルフ引裂試験器	1989年		英国・Daventest	Model No. E350/132 容量：3200g	A,B,S,E	稼働する。

5.流動性試験器	1989年		英国・Daventest	Model Utility MK-2 荷重：2.16kg 温度範囲：0-400	A,B,S,E	稼動するが、老朽化激しい。
6.粘度計	1987年		英国・Ryren	Model UBBLOHDE-Viscometer	A,B	稼動する。
7.視程計（ヘイズメーター）	1989年		英国・Daventest	Model 75 デジタル式	A,B,E	稼動するが、老朽化激しい。
8.光沢計	1989年		英国・Daventest	Model HG 686/15 デジタル式	A,B,E	稼動するが、老朽化激しい。
9.色度計	1990年		日本・日本電色工業	Model NR-3000	A,E	故障。旧式のため部品が調達できない。
10.顕微鏡	1990年		ドイツ・ZEISS	SV8 倍率：8倍	A,B,S,E	稼動する。
11.カーボンブラック試験器	1990年		ドイツ・IPT Schulstrasse	Model 1398 温度範囲：0-950	A,E	故障。旧式のため部品が調達できない。
12.ピカット軟化点試験器	1989年		英国・Daventest	Model POB 695/102P 6連式 温度：最大 300	A,B,S,E	稼動する。
13.応力割れ試験器	1987年		英国・H.W.Wallance	試料：38x12.7mm	A,B,S,E	稼動するが、老朽化激しい。
14.密度計	1995年		不明・Mirage	Model SD 120L	A,B,E	稼動する。
15.ストップウォッチ	1987年		ドイツ・Electronic	Model Rs331-382	A,B,S,E	稼動する。
16.水槽	1987年		英国・Townsen & Mered	Model IV 測定温度：10-120	A,B,E	稼動する。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 給水設備

前面道路に、直径 125mm の給水本管が敷設されている。この本管より PTC 及び SFDAC それぞれに水道管は分岐され、現場打ちコンクリート造(RC)の受水槽に接続されている。水道水は、この受水槽から揚水ポンプを経て屋上の現場打ち RC の高架水槽に配水され、重力方式により給水末端の水道栓に給水されている。カラチ市は、夏季にしばしば断水が発生し、断水時間は長時間にわたる場合がある。そのため 2 日間程度の利用に必要な水を貯水する必要があることから、既存受水槽の規模は大型化している。本計画でも 30t の受水槽を計画している。

(2) 排水設備

PTC は、汚水及び雑配水を下水道管に直接放流しているが、SFDAC は合併式浄化槽を經由して下水道管に放流している。この下水道管はカラチ市が最終処理場を保持していないので、排水はそのまま河川に放流されている。SFDAC の合併式浄化槽はパ国の排水基準を満たしており、計画建物の汚水・雑配水もこの浄化槽を使用する計画である。

(3) 電気設備

電力供給は、前面道路の架空線（高圧 11KV）より道路に面して建てられたカラチ電力供給会社（K.E.S.C.）の電気室の開閉器を經由して、建物に供給されている。K.E.S.C.の電気室は、4.5m x 6.0m の広さがあり PTC の敷地の両端に設置されている。今回の計画では右側の電気室から高圧を、新しく設置される電気室に供給する。PTC 及び SFDAC の受電容量は、それぞれ 250KVA 及び 1,000KVA である。K.E.S.C.の担当者より、SFDAC の電気室から 400KVA の電力供給が可能であるとの回答を得ており、実施設計に反映させる。

(4) 電話回線

電話回線は、PTC の前面道路にある架空線より引き込まれ、PTC 及び SFDAC の建物にそれぞれ 3 回線と 5 回線が引き込まれている。室内配線は、壁面に配管を打ち込み配線されているが、アウトレットはモジュール化されておらず、剥き出しの配線同士を繋ぎこんでいる。本施設では、配管工事及び呼び線のみを設置して電話機本体及び配線の実装は行わない。しかし将来のコンピューターを使用したインターネットの利用を考慮して、主端子盤（MDF：Main Distribution Frame）は 20 回線を確保する。

(5) ガス設備

ガスは、カラチ市ガス社の本管が PTC の前面道路に埋設されており、本管より分岐して PTC 及び SFDAC の構内に引き込まれ、厨房及び給湯に使用されている。しかし、本計画では炊事用、湯沸用にガスを使用しないためガス配管工事は行わない。本施設の 2 階実験室で使用する加熱装置は、小型ガスポンペを適宜配置する計画であり、1 階に設置する給湯器は、灯油を熱源とする計画である。

2-2-2 自然条件

(1) プロジェクトサイトの状況

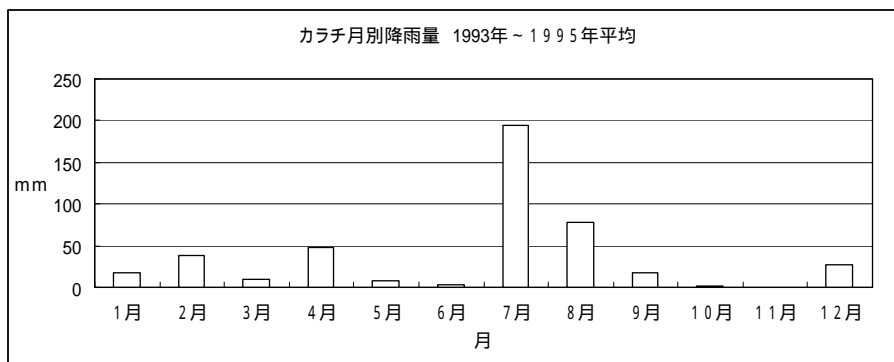
計画地は、カラチ市の中心サダルより東南東約 6 km、コランギ工業地域の西端にある。計画地までの経路はサルダ側より橋を渡り 8,000 通りのローターリーを右折して、市道を 400m ほど進むと到着する。計画地は中央分離帯が切れた道路の西側に位置し、計画地と市道の間には緩衝帯のグリーンベルト約 10m が設けられているが、建設車輛の敷地への進入に支障は無い。PTC の敷地はこの市道に約 40m 接道しているが、SFDAC の敷地は、僅かに 6m が接道している旗竿状である。幅員 6m の引き込み道路を 80m 程進んだところに、SFDAC の門扉・警備員室があり来訪者のチェックにあたっている。敷地の周囲は、高さ 3m のコンクリート製の塀で囲まれており、外部からの進入を阻んでいる。これら 2 つの敷地は平坦で、前面道路との高低差もない。計画地の周囲の土地は、現在空き地であるため、建設期間中の仮設用地として借用を計画する。

(2) 気象条件

降雨量

カラチ市の年間降雨量は、1993 年～1995 年の統計によると、表 35 のように平均で 500mm 前後となっている。わが国の平均降水量に比較すると少量であり、台風等のように短時間に大量の雨が降る事もない。月別に見ると 7 月及び 8 月の 2 ヶ月間に年間の 60% の降雨があり、5 月、6 月、10 月、11 月はほとんど雨が降らない。従って建物の雨対策に特別の配慮は不要であり、通常の屋根防水仕様で対処できる。

表 35 月別降雨量

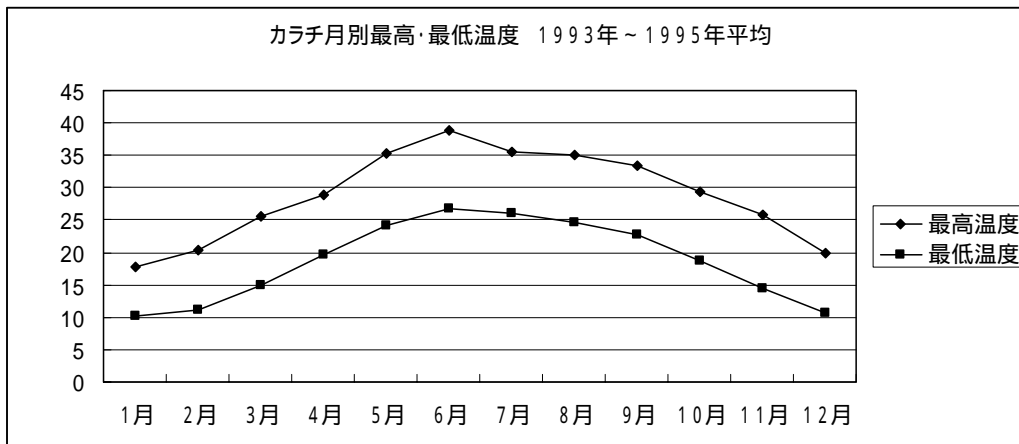


Source: Pakistan Meteorological Department, Karachi

気温

最高気温は 5 月～9 月に掛けて 35 を超え、12 月～2 月までは 20 以下となるが多い。最低気温は、5 月～9 月にかけて 25 になり、12 月～2 月は 10 を下回る月もある。暑い夏、涼しい冬の地域特性を持っているといえる。従って夏の期間にも研修が開講されることから、研修生の利用するコンピューター室、実習教室、試験室 1、事務室、シニア技術者室は冷房設備が必要である。また、冬の一時期は暖房設備が必要となることから、ヒートポンプ型の空調機を設置する。試験室 2 は、ISO に準拠した試験を行うことから、恒温恒湿用の空調機を設置する。

表 36 月別最低・最高温度



Source: Pakistan Meteorological Department, Karachi

風

カラチ市は、7月～9月の雨期にかけて熱風による強風が吹き、最大 15m～20m / 秒に達することもあるので、建具周囲はシーリング材の施工が必要だが、建物強度を計画するうえで考慮すべき事項はない。カラチ市の建築規制条例によれば風荷重の計算は、英国の建築規制法に適合するものと記載されており、本施設もこれに準じて風速 6m / 秒を採用した計画とする。但し、実習室の換気方式は第 3 種換気（強制排気と自然給気の組み合わせ）を採用しているので、給気口にフィルターを設置して空気中に含まれる塵埃を除去する。

(3) 地形

カラチ市の中心部は、インダス川流域のラーリ川とマリール川の間の三角州の上に位置している。計画地であるコランギ地区は、マリール川の河川敷にあるため河川の氾濫による洪水被害にあったが、今日では洪水防止用堤防が設置されたことにより、洪水被害は発生していない。

(4) 地質・水理

コランギ地区は、マリール川の河川敷にあるため、地表付近はシルト質の土壤に覆われている。地表より 2m 以下はシルト質粘土層とシルト層が交互に現れ、10m の砂層につながる。18m を超えると礫層となる。常水面は季節により変化するが、地表より 2～3m に位置する。塩分を多く含んでおり飲料には適さない。現地再委託により予定敷地の地形測量を実施した。測量は、PTC の敷地及び SFDAC の敷地を合わせた範囲として、既存建物などを記入した縮尺 1 / 100 の地形図を作製した。測量の結果、敷地面積は、13,932.54 m² の広さがあり、敷地内の高低はほとんどなくほぼ平坦な地形であるため、設計に特別な配慮事項はない。

(5) 地震

パ国は、地域ごとにより地震の発生状態が大きく異なる。アフガニスタンに面するバロチスタン州は地震が頻繁に発生するのに対し、カラチ市のあるシンド州は地震がほとんどないが、カラチ市建築規制条例によると、米国の UBC (Uniform Building Code) の Zone-B に基づいて計算することを指示している。その内容によれば、構造計算に用いる剪断力の係数は日本の基準の半分となっている。

2-2-3 その他

(1) 周辺地域への環境影響

1) 本計画による活動

本計画で行われる活動は、学生及び技術者の教育、研修コースの開催、セミナー等であり、活動内容から周辺環境に悪影響を与える要因は少ない。周辺環境への影響要因は以下の通りである。

要因	周辺環境への影響
交通量の増加	学生、研修生、訓練生は徒歩又はバスによる通学を行う。教職員の個人車輛の利用は少なく、施設の完成後に職員数の大幅な増員計画もないことから、道路混雑の増大、排気ガスの増加はほとんど発生せず、環境への影響は少ない。
廃棄物の増加	資源再利用型施設を指向しており、プラスチックの廃棄物は発生せず、学校関係の事務所系廃棄物の紙屑等の増加はあるものの、周辺への影響は少ない。
排水の増加	循環型の冷却水装置から排水は発生しない。生産ラインからの排水は、機器の清掃時を除けば発生せず、僅かに男女便所の個数が2箇所増加することで汚水排水量が増加するが、浄化槽にて処理するため環境への影響は少ない。
大気汚染の増加	生産ラインに設置する機器より有害なガスは発生しない。材料投入時に発生する粉塵は換気扇を使用して、建物より排出することから空気汚染への影響は少ない。

2) 施設建設

本計画による施設建設時の周辺環境への影響は以下の通りであり、周辺環境へ及ぼす影響は少ない。

要因	周辺環境への影響
施設建設	計画施設は、SFDACの北側の前庭に建設されるため、既存施設に著しい環境の影響は無い。
工事騒音、振動	建設に使用する工事車輛は、比較的小型車輛を用いるため騒音・振動は少なく、大型車輛の使用は全体工期を通じて10日程度であるため、騒音・振動は問題とならない。
工事発生材処理	工事中に発生する残土及び残材などの廃棄物は、場外処分として処理するため周辺環境に与える影響は無い。
交通への影響	建設資材の搬入と発生材処理の搬出により工事車輛が出入りするが、アプローチ道路は通勤時を除けば交通量は少なく、交通渋滞の原因にはならない。

3) 生産実習による活動

本計画は、パ国内においてPC-1(計画の概要や必要となる内貨と外貨及びその資金源等が説明されている企画書)の審査段階で、環境へ影響がないことが確認されている。また、環境保護法を以下に掲げるが、シンド州環境保護局との協議においても、PTCは製造業でないため環境保護法の各条項に抵触しないことが確認されている。

【環境保護法(Pakistan Environmental Protection Act 1997)】

1) 環境保護法により初期環境調査(IEE: Initial Environmental Examination)が必要なプロジェクト

農業・畜産・漁業関連 エネルギー関連 製造業 セラミック、ガラス、食品製造、
化学繊維、染色、木工 鉱業 運輸(道路、港湾) 水利(ダム、灌漑) 水処理・
給水 廃棄物 都市開発 その他、中央官庁が定めるもの

2) 環境保護法により環境影響評価（EIA：Environmental Impact Assessment）が必要なプロジェクト
エネルギー

製造業【（セメント工場、化学工場、食品製造、工業団地、化学繊維、殺虫剤、石油化学）及び
合成樹脂、プラスチック及び化学繊維、紙及び板紙、パルプ、プラスチック製品、な染及び出
版、ペンキ及び染料、油、油脂で投資額が 1,000 万ルピーを超えるもの】

鉱業 運輸（空港、道路、港湾、鉄道） 水利（ダム、灌漑） 水処理・給水 廃
棄物 都市開発 環境が脆弱な地域 その他、中央官庁が定めるもの

（注：同分野でも投資額により IEE と EIA に分類される。）

3) 上記に含まれないプロジェクトで国が必要性を認めるもの

さらにシンド州環境保護局は、本案件が IEE 及び EIA の対象とならないことを、2003 年 11 月 14 日
付 PTC 宛の正式な書類で認めている。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

パ国は経済が低迷し十分な就業機会が確保されず、都市部を中心に貧困層が拡大したため、貧困削減を目的に国家開発計画や貧困削減戦略ペーパー等を策定し、人材開発、中小企業の育成、工業の発展に必要な裾野産業の強化等で雇用機会の創出に取り組んでいる。

中でも上下水道管、家庭用品、自動車部品等、様々な工業製品を生み出すプラスチック製品の品質向上や量的拡大は、同国の工業の発展にとって非常に重要な地位を占めており、パ国は積極的に同産業の強化に努めている。しかしながら、プラスチック産業の大部分は技術力の低い中小企業が占めているため、同産業における輸入製品の代替や輸出振興による雇用機会の創出を計画しているパ国政府にとって大きな足かせとなっている。

かかる状況の下、本プロジェクトは、パ国で唯一のプラスチック加工技術に関する公的研修機関であるプラスチック技術センター（PTC）に対する機材整備と、これら機材を収容する施設の建設を通じて、市場ニーズに合致した各種研修やコンサルティングサービスの質向上、さらに多様化する製品に対する試験機能を向上させることにより、失業者は雇用を得るための基本技術を習得し、中小企業技術者はさらに専門性を高め、自社の発展に寄与することが可能となることを目標とする。

上記の目標が達成されることで、PTCにおいて修得した技術により失業者は新規雇用の機会が増大し、中小企業はその専門性を高度化することで製品の品質を向上させ、輸入品の代替や輸出可能な製品を生産することが可能となる。ひいては、中小企業全体における加工技術の底上げにつながり、同産業の活性化が促進されることから、本プロジェクトは最終的に雇用の確保や貧困削減に貢献できる。

(2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するため産業界が必要としている技術者の育成と品質向上にかかる試験が実施できるように、国内唯一の教育・研修機関であるPTCに対し、老朽化したプラスチック成形機の更新と共に、試験機器、教育用補助機材及びそれらを収容する建物を整備することで、各成形方法の本質的な動作・メカニズムの教育・研修を行い、品質向上のために製品試験機器の充実を目指すものである。この中において、協力対象事業は押出・射出・ブロー及び熱の各成形工程に関する教育・研修が可能となるような実習機材、試験機材、これらの機材を有効に活用するための一般補助機材の調達及び建物を建設するものである。

PTC はアカデミックコース（４年制大学）として高等教育機関の役割とは別に、中小企業を対象として、技術者の教育・研修及び試験・技術支援を行っている。運営体制は確立し実績もあるが、本計画に際してより一層の機材の有効活用のためには、プラスチック成形産業が必要としている技術者需要の把握、及びそれらに基づいたカリキュラム開発、計画機材の性能を発揮できるような PTC 教員の運転・操作技術の向上が必要である。PTC は過去に PPMA（プラスチック製造協会）との意見交換、PITAC、SMEDA での技術セミナー、大学との技術交流等を通じて技術需要の把握や教員の技術向上には努めているものの、今後は PPMA の参加企業や PTC が過去に技術者を教育・研修した企業、技術支援や製品試験を実施した企業等を中心に定期的な需要の把握も必要となる。以上のように、機材の設置だけでは解決されないソフト面の具体的計画も本計画のスキームに含むものとする。

3-2 協力対象事業の基本方針

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

PTCは研修・教育機関であることから、計画機材はパ国の大企業で使用されているような大規模/量産型の機材は除外し、あくまで研修レベルに対応する仕様を基本とする。また、中小企業の現状に即した基本的な技術を修得できる機材内容とした上で機材の耐用年数を考慮し、計画機材は15年から20年の間は市場ニーズに対応できる内容とする。ただし、プラスチック成形機は製品の種類やサイズにより金型や押出能力に差はあるものの、加工技術の基本構造を理解させる点において、基本的な製品の成形ができる機種で十分である。しかし、PVCパイプの成形は、研修生がISOやBS規格等で規定された製品の製造ができるような、明確な技術レベルの修得を目標としており、その技術レベルが確保できる機材内容とする。さらに試験機器もパ国で唯一の総合的なプラスチック試験センターとしての機能を構築するため、ISOやBS規格等で規定された製品の試験が広範囲に可能となる機材内容とする。また、既存機材と計画機材の有効活用を図るため、故障や老朽化のため機材本来の性能が発揮されていない機材は、本格的実習に入る以前の教育段階で、機材のメカニズムの理解や初心者にも初期の運転操作を訓練するために使用する。

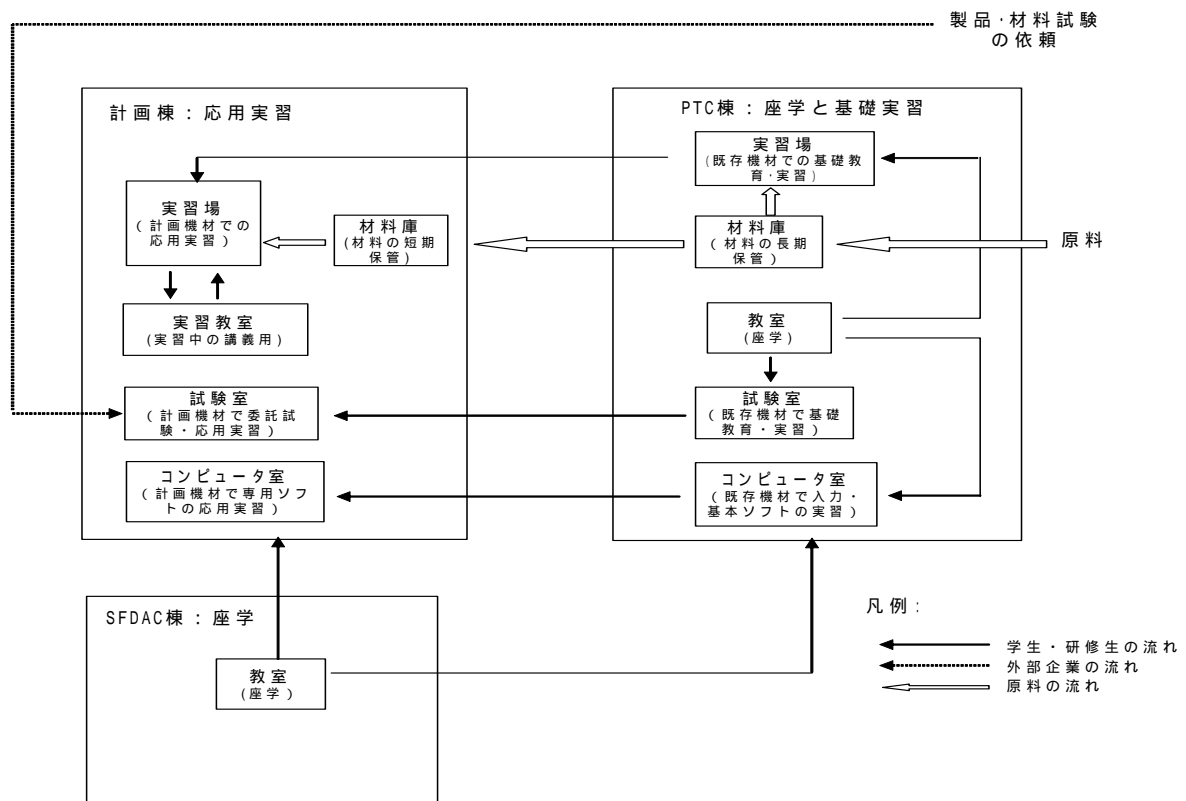


図4 計画の概要

また、既存 PTC 建物、既存 SFDAC 建物及び計画建物は、教育・研修上の機能が分かれており、以下のとおり分担されている。

表 37 建物の機能分担

	既存 PTC 建物	計画建物	既存 SFDAC 建物
座学			
基礎実習（成形機）			
基礎実習（試験機）			
応用実習（成形機）			
応用実習（試験機）			
コンピュータ（基礎）			
コンピュータ（応用）			

以上の全体方針に基づく機材の設計方針は以下のとおりとする。

成形機

成形機の選定は、パキスタン国内外において製造されるプラスチック製品の製品分類、製造量、企業数等から、主要成形方式を選定（表 38）する。その結果、成形機を選定する上で重要な要素である樹脂の種類は、国内使用量の約 9 割を占める熱可塑性プラスチック（PP、PE、PVC、PET 等）を採用する。さらにパ国内のプラスチック製品から判断される成形方式、企業数等の資料から、本計画の対象は押出成形、射出成形、ブロー成形及び熱成形とする。

表 38 成形方式と企業の分布

	成形材料の分類		パキスタンのプラスチック産業の分布 (表 39)	パキスタンのプラスチック産業の分布 (表 40)	パキスタン国内の加工能力の割合 (表 41)	採否
	熱硬化性プラスチック	熱可塑性プラスチック				
押出成形						
射出成形						
圧縮成型						×
ブロー成形						
熱成形						
カレンダー成形						×
トランスファー成形						×

注： × は製造量が多いことを示す。

表 39 パンジャブ州のプラスチック産業

製品名	企業数	主要成形方式
日用品	334	射出成形・熱成形・圧縮成形
家庭用品	42	射出成形・熱成形・圧縮成形
食器	32	射出成形・圧縮成形
PVC パイプ	31	押出成形
ポリエチレンバッグ	12	押出成形
シート	4	押出成形・熱成形
その他	7	-
合計	462	

出典：Pakistan Plastics Buyer's Guide

表 40 カラチ・ラホールのプラスチック産業

製品名	企業数	主要成形方式
日用品	109	射出成形・熱成形・圧縮成形
家庭用品	79	射出成形・熱成形・圧縮成形
ボトル	19	ブロー成形
パッケージ	8	熱成型
PVC パイプ	7	押出成形
自動車用パーツ	6	射出成形・ブロー成形
その他	10	
合計	232	

出典：PAK PLAS (Pakistan Plastics Manufacturers Association)

表 41 プラスチック成形方式別加工能力の割合 (重量比)

成形方式	射出成形	ブロー成形	押出成形	熱成形	その他	合計
割合	50%	10%	15%	20%	5%	100%

出典：ENAR Petrotech Services

特に、押出成形は今後、上下水道、建築、農業等で PVC パイプの需要の拡大が期待されているだけでなく、パイプ成形技術はプラスチック成形技術の基本となることから、PVC パイプの押出成形を訓練の対象として選定する。さらに PVC パイプの製造技術が向上することと平行して、継手の製造技術も向上する必要があることから、射出成形は継手を対象とした射出成形機を選定する。ブロー成形及び熱成形は、成形される製品の種類が幅広いいため、中小企業で生産量が多く基本的な製品であるボトルとコンテナを選定する。

押出成形機

パ国のPVCパイプの口径は1インチから6インチの市場性が高く、押出成形機はこれらのパイプの押出に適した機材で教育研修にも対応可能な機種とする。さらに同機は接触面の摩耗が少なく長寿命で解体組立が容易な上、樹脂の溶融過程及び機械構造が理解し易く、教育研修用に適した機材を選定する。また、押出成形機に連続する機材は、製品がISOやBSの規格に適合するような品質が確保できる構成とする。スクリューは1軸及び2軸スクリューがあり、2軸が主流である。2軸の型式はコンパウンド方式、配合組成、製品の要求品質、生産性、用途により仕様が決まるが、世界の主流技術は錫または低鉛安定剤を使用し、パウダーコンパウンドによる真空脱気型（樹脂粒子間及び樹脂内部揮発分の脱気）及び異方向回転（スクリューフライト重複部の過剰剪断防止）の組合せにより、平行型とコニカル型がある。

平行型押出機の特徴

1. 幅広い成形材料に対応できる
2. 機材の分解と組み立てがやりやすい
3. 抵抗が少なく機材の寿命が長い
4. スクリューの抵抗やシリンダー内の溶融した樹脂の状況が確認しやすい

コニカル型押出機の特徴

1. スクリューは成形材料によるが、材料ごとにスクリューの交換が必要な場合もある
2. 複雑な機構のため高度なメンテナンス技術が必要である
3. 抵抗が大きくてもスラストベリングが強いので機材の寿命は問題ない
4. スクリューの抵抗やシリンダー内の溶融した樹脂の状況が確認しづらい

以上の比較から、PTC は教育研修を主としていることから、パラレル型を採用する。

パイプ製造ライン

押出成形機から押し出されたパイプは、円形ではあるがまだ真円とはなっておらず、高温の軟質状態である。この状態時に減圧された真空サイジングを通過させることでパイプの真円度を高め、徐々に冷却してサイズを固定化する。冷却には水が使用され水槽が必要となるが、パイプの径が大きくなると浮力のため水中では冷却できない。そのため冷却には、水スプレーによる水蒸発冷却と水冷却の併用及び降下冷却を採用する。必要な全水槽長さはパイプの径と押出量によるが、2インチから6インチのパイプ径で押出量が100kg / 時間では、安全率を見込むと約10mは必要である。冷却され固化したパイプは、製品の滞留を防ぎ安定した形状を維持するため、引き取り装置により押出速度に相応した速度で引き取られる必要がある。その後、パイプは切断装置により一定の長さに切断される必要がある。その場合、パイプを市販にすることによる原材料費の回収を考慮すると、パイプの長さは市場で流通している6mが必要である。また、パイプにメーカー名や呼称サイズ、ロット名を印字するプリンターも、企業にとって必要な工程となるため採用する。

(計画) 押出成形機 金型 真空サイジング 水槽 引き取り装置 プリンター パイプ切断装置

射出成形機

PVCパイプ用継手は射出成形機により製造されるが、継手の大きさと種類は成形機の射出圧力と可塑性最大容積、成形品の投影面積によって規定されるため、1機種で広範な形状を製造することはできない。そのため継手の形状により異なった射出成形機が必要となる。継手のサイズが1インチ及び2インチでは小型の射出成形機(成形機型締力が170t程度)により成形は可能であるが、4インチは中型の射出成形機(成形機型締力が450t程度)が必要となる。但し中型機は小型機を兼ねることはできない。また、6インチが成形可能な射出成形機はさらに大型機となり、教育研修レベルを超えるため除外する。継手用金型の種類は、市場性の高い4インチではエルボー、チーズ、バルブソケット、径違いソケット及び異径チーズを考慮し、さらに1インチ及び2インチも対象とするが、製品の需要を勘案し金型を選定する。ソケットの形状は受口加工機(ベリングマシーン)により製造可能なため除外する。

表 42 金型と射出成形機の関係

	小型射出成形機 (170t 程度)		中型射出成形機 (450t 程度)
	1 インチ	2 インチ	4 インチ
ソケット	受け口加工機 (ベリングマシーン) で対応		
エルボー			
チーズ			
バルブソケット	-	-	
径違いソケット	-	-	
給水栓用		-	-

ブロー成形機

ブロー成形機は瓶のような中空の製品を成形する。機種は大別して押出機から押し出された軟らかいチューブ状の部材(パリソン)を金型内に挟み込み、チューブの内側より空気を送り込んでふくらませ、金型の内面に密着させて成形する方式(一般ブロー成形)と、射出成形により底部が閉じた試験管状の部材を作り、射出成形機の中心部分(雄型に相当)をつけたまま金型内に挟み込み、試験管状の部材に空気を高速に送り込んでふくらませる成形方式(ストレッチ・ブロー成形)がある。ブロー成形はボトル状の成形品に適した成形法であるため、容器の生産に使用されているが、特に透明で強度のあるペットボトルはパ国において飲料水を中心に、急速に需要が拡大している分野である。従ってペットボトルを成形の対象とするが、ペットボトルは原料である PET(ポリエチレンテレフタレート)が軟質であるため、ストレッチ・ブローが適しており、機材はストレッチ・ブロー成形方式とする。

熱成形機

熱成形機はシートやフィルムを加熱軟化させ、軟らかい間に型を使用して成形する機材のため、面積が広く薄いトレイやコンテナ等の生産に適している。機種は大別して真空を利用し材料を型に密着させる方式(真空成形)と、圧搾空気を利用し材料を型に密着させる方式(圧空成形)がある。圧空成形は真空成形より高い成形圧力を得ることができるため、シャープな形状を得ることができるが、真空成形は同一原理でもストレート・フォーミング、ドレープ・フォーミング、プラグ・アシスト・フォーミング等、成形方式に種類が多く、基本的な技術で複数機材の訓練が可能となるため、機材は真空成形方式とする。

原料用貯蔵タンク

原材料混合機で調合されたコンパウンドは、工場であれば原材料混合機から貯蔵タンクに直送され、成形機に投入されるが、PTC は工程ごとに教育研修が必要なため、原材料混合機から排出されたコンパウンドは袋詰め後貯蔵タンクに投入、次の工程で使用するまで一度貯蔵する必要がある。この段階で貯蔵タンクを設置すると、使用する段階で再度袋詰めが必要となり、労力と時間の無駄が生じる。従って袋詰めと貯蔵タンクの役割を兼ねるコンテナを採用することで、効率的な工程を構築できる。

(工場) 原材料混合機 貯蔵タンク 成形機

(PTC の原案) 原材料混合機 袋詰め 貯蔵タンク 袋詰め 成形機

(計画) 原材料混合機 コンテナ 成形機

リサイクル

PTC 内で発生する廃材や不良品のリサイクルは、PVC とそれ以外に分類して再生利用するシステムを計画する。PVC はバンドソーとクラッシャーにより廃材や製品を細分化し、PVC 専用の押出機により融解押出後、ホットカットペレタイザーでペレットを製造し、コンテナに貯蔵後再利用する。PVC 以外の廃材や不良品のリサイクルは、PTC 内において発生する量が少量であるため、機材を稼働させるに必要な量を確保するまでに長期間を要し、機材の適切な運用が困難であることから、専用機は除外する。さらにペットボトルで使用されている PET (PVC 以外の代表的製品) は細かく裁断することで、そのまま原料として使用できるため、リサイクルへの対応が可能である。PTC が外部のプラスチック廃材を処理することは計画対象外とする。また、PTC の公的機関としての機能・役割を考慮した場合、各企業に対しリサイクルの必要性を広めることは重要であると判断されるため、計画機材を活用し、基本的な処理方法等について研修を行う等の対応をとる必要がある。その内容と方法は、ソフトコンポーネントの中で対処し、カリキュラム開発に反映させる。

(計画) PVC の廃材や不良品: バンドソー クラッシャー ペレット製造装置 ホットカットペレタイザー コンテナ

(計画) PVC 以外の廃材や不良品: クラッシャー 成形機

焼却炉(計画対象外)

現段階でダイオキシンを発生させない焼却炉は、大型プラントとなるため、計画機材として含めることはできない。PTC 用に PVC 以外(PVC はダイオキシンの発生源)の廃材のための焼却炉を設置することは可能であるが、廃材の分別、焼却炉の管理が厳格になされなければ、焼却炉が汚染源となる可能性があるため除外する。また、資源活用の観点から焼却は最終手段であり、廃棄物を資源として再利用することが求められている。従ってリサイクルの一環として焼却以外の方法の必要性を広めることは重要となっており、リサイクルと併せてソフトコンポーネントの中で対処し、カリキュラム開発に反映させる。

パイプ施工技術

パイプ施工技術自体は比較的簡単なことや、パイプが今後水道管や電気配管として普及していく可能性が高いことから、必要性は高く既存コースの一部用に基礎的な機材を選定する。但し、配管設計は水道管のように圧力がかかる場合、流体の物性を理解した上で設計する必要があるが、内容は高度となり、技術者の需要も予測できないため、市場調査の結果に基づきカリキュラム開発に反映させる。

発電機（建築工事に含まれる。）

商用電力の供給量に限界があることから発電機は必需品であり、現在も既存建屋用に発電機が設置されているが、余力はなく計画機材用に発電機を設置する。特に PVC 製品の成形工程中の溶融樹脂は、突然機械が停止した場合、高温の成形機及び金型内に停滞し、短時間に材料の熱分解が起こり、塩素ガスの発生と同時にダイオキシンの発生の可能性が高い。このガスは成形機外に漏れ出し、人体及び実習棟内の金属製機器への影響（腐食）があるため、停電時でも継続して成形機が稼働できるように発電機を設置する。

エリアクレーン

成形機の金型は成形品の大きさによるが、本計画で採用される金型の最大重量は 2t 近くある。金型は金型保管室に保管されており、使用時に手押し車を利用して成形機まで移動させる必要があるため、金型の揚げ降ろし用にエリアクレーン或いは門型クレーンを実習場内に設置する必要がある。エリアクレーンは使用頻度の割に大規模な構造体となることや移動領域が限定されていることから、効率を重視し、金型保管室内はエリアクレーン、実習場内は門型クレーンとする。この場合、成形機の幅、高さ、手押し車の位置等から門型クレーンの仕様を決めるが、移動時に転倒が起こらない仕様であることを確認する。

（PTC の原案）金型保管庫 クレーン 手押し車 エリアクレーン 成形機

（計画）金型保管庫 クレーン 手押し車 門型クレーン 成形機

冷却水製造装置

射出成形機の金型温度の制御、及び押出成形機から押し出されたパイプの温度降下ため、水道水が必要となる。水道水によりパイプを一定の距離の中で冷却するには、噴き出し口の水温を約 20℃ として、270 リットル/分の水量が必要となる。カラチは夏期の最高気温が 35℃ を越える状態のため、水道水を直接利用することは品質や機材に影響があることから、冷却水用に循環式の冷却水製造装置を設置する。これにより現在まで放流し無駄になっていた水道水は、一定量で対応できるため経費の削減にも貢献する。

試験機器

PTC はパ国唯一のプラスチック専門の教育研修及び技術センターでもあることから、民間企業や PSQCA からの委託試験も受注している。既存機材は試験の種類や試験範囲が限定され、PTC が評価されていない一因にもなっている。プラスチックに関する試験は非常に広範囲にわたっており、原材料、成形品、樹脂、顔料、添加剤等々の試験、分析及び成形後の品質規格試験に大別されるが、計画機材は成形機の種類、要員、実績等から広範囲に整備するのではなく、硬質塩化ビニル管（UPVC）を中心に機材を整備する。また、パ国は ISO 規格の導入を進めており将来的には ISO 規格での試験が

必要となるため、ISO の試験に準じた機材構成も考慮する。現在、PVC パイプ、継手製品に関する規格はPS 規格があり、PS 規格 PS3051 は British Standard 3505 及び塩ビパイプ、継手の世界的規格 ISO3633 にも準拠している。

表 43 プラスティックの物性・成分試験

力学的物性測定	引張り試験
	硬度測定
	応力測定
	破裂試験
	厚み、内外径測定
熱的物性測定	樹脂の水吸収定量化等
	熱導電率測定
	熱刺激率測定
添加剤、重金属等毒性試験	ガスクロ定性定量分析
耐候性試験	紫外線、光線、オゾン等の暴露試験
マテリアルサイエンス	材料、顔料の品質評価、分子量分布測定
製品外寸測定	金型試作用測定
光学的測定	製品色、濁度、透明度測定
その他	樹脂製品の低温時の物性試験用
	浸漬試験用蒸留水製造機器

表 44 PVC パイプの試験・規格

試験項目	規格
寸法試験	PS3051、BS3505、ISO3633
引張り試験	ISO3633
静水圧試験	PS3051
耐薬品性試験	PS3051,ISO9852
VICAT 軟化点試験	PS3051,ISO2570,ISO3633
製品の色試験	PS3051,ISO4422,BS3505
衝撃試験	PS3051,BS3505,ISO4422
扁平試験	PS3051,ISO3633,BS3505
外観試験	

教育補助機材

人間は情報の 75% を視覚により入手しており、短期間の教育研修の場では、視聴覚機材は有効である。以前は写真、イラスト、図表、掛図等が中心であったが、OHP の登場以来、コンピュータ情報の拡大投影や動画は一般的になっている。PTC はセンター内の基本的な機材を使用し実習訓練を実施するが、広範囲なプラスチック成形技術を研修生に実感してもらうには、工場見学が有効である。しかし、工場見学は見学中に稼動している機材を停止させることや、ゆっくり作動させることが困難な上、研修生の移動に費用や時間がかかり、短期の研修期間中に頻繁な実施はできず、1ヶ所において教育できる情報量にも限界がある。この状態に対処するには、事前に必要なポイントをメディアに記

録しておき、学内で必要なときにいつでも利用できる体制を整備する必要がある。メディアソフトとして市販のプラスチック成形技術を紹介している DVD、ビデオ教材等は有効であるが、教員が自ら工場で撮影し利用することも必要である。さらに、リサイクルや PVC パイプの啓蒙にも視聴覚教材は有効であることから、ビデオプレーヤー、TV、プロジェクター、デジタルビデオカメラ、DVD プレーヤー等を整備する。

コンピュータ

コンピュータの教育研修は、基礎コース及び短期コースの一部として組まれているが、文書入力レベルから CAD まで含まれており技術レベルの格差は大きい。さらに基礎コースは全員がコンピュータ教育を受けることとなっており、研修生のコンピュータに対する知識や技能の格差は大きいことが予想される。レベルの異なる研修生に同一プログラムを用いて一斉に教育することは、効率的ではない。従って、PTC が現在所有しているコンピュータは初級者用、計画機材は上級者用として計画する。基礎コースの定員は 30 人であること、既存コンピュータの台数は 15 台であることから、計画数量は 15 台とする。

メンテナンス工具類

大型の計画機材は必要となるメンテナンス工具類を付属品として含んでおり、保守・点検用の工具類は必要ないが、こうした機材以外はメンテナンス工具として機械的な分野に一般的な汎用工具、電気的な分野に回路の試験と簡単な調整が可能となる工具を計画する。

(2) 自然条件に対する方針

温度対策

PTC の建設計画地は、パ国の南部シンド州カラチ市の南側にある。計画地は河川に近接し海岸線より約 5 km の位置にあり、乾燥地帯である。特に 6 月～8 月にかけて酷暑となり、日中の気温は 40 を超え 50 になることもあるが、12 月～2 月にかけて日本の春先のような気候となる。このような自然条件を考慮し居室関連の部屋であるコンピュータ室、実習教室、事務室、シニア技術室、試験室は空調機器を設置する。また、製造ラインを設置した実習室は広さが 720 m²あり、室内の天井高さが 7 m あるため冷房設備を設けることは過剰設備となることから、実習室の容積に対し換気量を 8 回/時行える換気扇を設けて温度対策とする。

塩害対策

敷地はアラビア海の海岸線に比較的近いいため、既存施設の水切り金物等に塩害を発生させている。そのため、計画建物の外部には錆び易い鉄製品の使用は極力避け、仕上げ材の仕様に留意する。外部建具はアルミ製製品を使用すると共に、鉄部は耐塩仕様の塗装を使用する。

地震対策

カラチ気象庁の情報によると、カラチ市ではマグニチュード4度以下の地震が過去に数度あった程度で、建物に重大な影響を与えた地震の発生は、記録されていない。しかし、カラチ市建築規制局が発行しているカラチ建物及び都市計画規制条例 2002 によると、施設の構造計算を行う際にアメリカの基準であった Uniform Building Code (2000 年に IBC に統一された) の規制値を遵守することが謳われており、英国の建築規制法等の規制値に従って設計するように指示されている。この規制値は、わが国の建築基準法の地震に対する設計方法である水平耐力計算において、剪断力係数の 0.1 (我が国は 0.2 を採用している) に相当する。従って構造計算上この数値を採用する。

(3) 社会経済条件に対する方針

利用者に対する配慮

PTC は現在まで研修生・職員を含め全員が男子であったが、便所が女子の入学の妨げとならないように女子便所を設置する。女子はトイレへの出入りを見られることを嫌うので、前室に作業着に着替えるロッカー室を配置し目隠しとする。

リサイクルに対する配慮

近年プラスチック製品の資源再利用が世界規模で謳われていることから、PTC もその有効活用を一般市民、企業経営者等に啓蒙できるように、プラスチックの粉砕作業室を設けプラスチック製品の製造から解体再利用までの工程を実際に見学できるよう計画する。

(4) 建設事情に対する方針

設計基準

パ国には、英国の Building Control Act 及び The building Regulation に相当する Pakistan Building Code があるが、カラチ市建築規制局は独自に The Karachi Building & Town Planning Regulation, 2002 を発行して設計基準としている

都市計画指定

PTC の所在するコランギ地区は工業地帯としての地区指定を受けているが、PTC はパ国政府及びシンド州政府の告示にある工業の使用目的に適合しており、特別な許可申請は不要である。但し、隣地境界線から外壁面までの離隔距離は、最小 20 フィート (約 6m) とすることが規定されている。

確認申請

確認申請について、カラチ建築規制局 (Karachi Building Control Authority) に聞き取り調査を行い、必要の有無を確認した結果、本計画は日本国政府の無償資金援助で建設されるものであるが、確認申請は必要であることが確認され、地元コンサルタント名により申請が必要であるとの指摘を受けた。

確認許可

建築審査はカラチ建築規制局の所轄となる。建築審査は審査用紙に記入の上、配置図、平面図、立面図、断面図、設備図等を添付して2部提出する。申請代行者は地元コンサルタントでパ国の技術者協会に登録している者のみが認められている。書類は着工前に提出する必要があり、審査期間は1ヶ月～2ヶ月を要する。

現地工法の活用

パ国では、主要構造部である柱、梁、床を除き、外壁はコンクリートブロック、レンガ等を積み上げ後、モルタル塗りを行い塗装仕上げとすることが、一般的な施工方法である。本計画でも柱、梁、床を除き外壁、内壁の下地は有孔ブロック積みを行い、現地工法を活用して建設コストの削減を行う。

(5) 調達事情に対する方針

日本政府の規定（キャッチ・オール規制）により日本からパ国への輸出は原則として全貨物・技術（大量破壊兵器等の開発と関係がないと考えられる一部の品目を除く。）が規制の対象となっている。規制の対象となっていることが輸出不許可を意味しないが、手続きを必要とする場合もある。また、コンピュータに関連した機材（ハード、ソフト）をパ国に輸出する場合、米国の認可を必要としており、日本国の許可も含めて機材供給業者がその手続きを行うことを入札の条件に含んでおく。

建築資機材は原則としてパ国内において調達できるが、国内市場には ASEAN を中心として輸入品も一般的に広く流通している。パ国製品の品質が確保される場合はパ国産品を優先して調達するが、工業製品である空調設備機器、電気設備機器、アルミサッシ等は ASEAN も対象とする。また、パ国内の企業において使用されている成形機は、日本製、ヨーロッパ製、台湾製、中国製が占めているが、アフターサービス体制は日本製が整っていることから、本計画で調達する機材の原産国は日本国とする。熱成形機は競争性を増すことから OECD 加盟国の製品も対象とする。試験機材や教育支援機材も日本製とするが、メーカー数が限定される場合は、OECD 加盟国も対象とする。但し、日本及び OECD 加盟国のメーカーでは、メーカー名は日本及び OECD 加盟国のものとして流通しているものの、自国で生産していない機材もあるため、品質が確保されること確認した上で、自国以外の原産国も認める。

(6) 商習慣に対する方針

パ国では建設資材を購入する際、過去の取引実績が非常に重要視され、取引実績のない会社から商品を買入れることはほとんど無く、取引実績の有無が品物の購買決定に大きな要素となっていること、製品の品質の良否、価格と共に人間関係が大きな要素となっていることも理解しておく。

(7) 現地業者の有効活用

現地建設業者

パ国には大企業から零細企業まで多数の建設業者があり、パキスタン技術者協会には 4,500 社が登録されている。建設業者は会社規模、能力、機材、人数を参考にして 5 段階に分類され、第 1 番の分類には比較的大規模な工事を請負う会社が登録され、第 5 番の分類の業者は小規模工事で且つ工事種別も 1 種類に限定されている。現地施工業者を選択する時は、その分類番号を確認すると共に、有資格技術者数、経歴、所有機材、施工実績を考慮する。

現地設計事務所

PTC の施設を建設するには、地元設計事務所の確認申請が必要である。また、地元建設業者を監理指導するには、現地の施工図面、施工方法に精通している地元設計事務所の関与が必要である。そのため本計画の工事監理期間中、日本の設計事務所は現地の設計事務所と契約して、現場常駐監理者を補佐する技術者として活用する。

メンテナンス会社

プラスチック成形機は、世界のトップレベルの機材及びその中古品が広くパ国企業において使用されており、中古品では日本製品が広く流通している。カラチにはメーカーに関わりなく日本製品を中心に機材のメンテナンスが可能な企業が 2 社存在しており、本計画実施後の日本製品のメンテナンスは、こうした企業を利用することにより対応できる。

(8) 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

計画機材の運営・維持管理費は、教育・研修生と技術支援サービスの増加により、収入の増加が見込まれており、無理のない収支計画が作成されている。収入の増加が計画を下回った場合でもアカデミックコースの予算に余裕があるため、PTC と FSDAC の合計予算内で処理できる。さらに上部機関である工業産業省は資金の補填を約束しており、二重、三重に運営・維持管理費の確保は確認できている。また、計画機材は既存機材より種類が増加するだけではなく、一部の機材は既存の旧式仕様から中小企業で採用されている現代の標準仕様となるものがあるが、教員は海外の先端的プラスチック企業や大学との情報交換や交流をしており、教員自体も海外において教育を受け、新技術を受け入れる能力があることから、維持管理や操作で困難が生じることはない。

(9) 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

本計画は日本の無償資金協力により実施されるため、施設の仕様は華美な仕上げを極力排し、現地において広く用いられている仕上げ・材料を使用する。計画施設の規模は、機材配置と教育・研修生

の動線を確保した上で必要最小限の広さとして計画する。また、機材は中小企業で必要とされている実用的な技術と基本原理が修得できるレベルとし、長期間の運用にも耐え陳腐化しないような内容とする。

(10) 工法 / 調達方法、工期にかかる方針

本プロジェクトは、所定の工期内に完了させなければならない。そのため、実施設計、施設工事及び資機材の調達計画を適切に立案するが、施設の施工計画に当たっては下記の方針に基づき実施する。

既存守衛室・アプローチ道路・PTC の塀等、外部の解体撤去の時期に配慮して工事工程を立案する

工業産業省の管理下で進められ、施設の品質を管理するために住宅公共事業省が関与することから、カラチ市の建築審査に対応できる実施体制でプロジェクトを遂行する

パ国政府との連携を密にし、共同にて作業を実施する

パ国の文化、伝統はもとより生活慣習を尊重して設計をする

現地の事情を踏まえた工法を採用する

出来る限りスペアパーツの価格が安く、入手が容易であり、故障時のアフターサービスが速やかに受けられる機材を選択する

本計画は建物建設と工場で使用されている実機の調達が中心であり、建築工事を含むこと、納期、据付工事等に長期間を要するものがあること、ソフトコンポーネントが実施されることから、工期は約 19 ヶ月を必要とする。