資　　料

인도네시아 테룩라다 農業開發事業(一段階)

趙　鏞　七*

Ⅰ. 序　言

農業振興公社는 現在 인도네시아에서 亞細亞開發銀行 借款으로 施行되고 있는 테룩라다地區 農業開發事業(1段階)의 細部設計 및 工事監督을 위한 技術用役團을 參與시키고 있다.

本用役事業은 同公社가 6個國 國際用役會社의 競爭에서 1位로 評價되어 1976年 6月 23日 技術用役契約을 締結함으로써 이루어진 것으로 同公社로서는 이것이 인도네시아 技術用役 進出의 嚆矢가 된 것이다.

本用役事業은 1976年 8月부터 1981年 5月까지 4年 10個月에 걸쳐 農業, 農業經濟, 土壤保存, 水利測量, 土質 및 基礎, 設計, 裝備, 水文, 工事監督等 10個分野의 業務를 遂行하게 되어 있으며 現在 設計業務는 大部分 完了되었고 工事監督 및 營農業務를 遂行中에 있다.

本稿에서는 인도네시아의 槪況과 用役業務의 槪要를 紹介하고저 한다.

Ⅱ. 인도네시아國의 槪況

1. 國土, 人口 및 氣候

인도네시아는 東西(經度 90°—141°)의 길이가 5,120km이고 南北(緯度, 北緯 6°～南緯 11°)의 길이가 1,760km이며 國土의 面積이 2,200,000km²로써 우리나라 全國土面積의 約 10倍나 되는 面積을 保有하고 있다. 國土는 5個의 主島嶼와 30개의 小島嶼 및 其他 群小 島嶼를 合치면 約 13,699個의 島嶼로 構成되어 있다. 이나라의 人口分布는 大部分 자바섬에 集中되어 있어 자바섬이 全國土面積의 約 6%를 차지하고 있는데 比하여 人口는 全國人口 136百萬人의 約 63%가 居住하고 있어 人口密度가 430人/km²로써 大端히 稠密하며 全國 人口密度 57人/km²에 比하면 約 7.5倍에 達하고 있다. 이나라의 首都 자카르타는 자바섬 西北쪽에 位置하고 있으며 人口는 5,200千名이다. 全國의 耕地面積은 1,402百萬ha이고 農業人口는 全國 人口의 80%에 達하고 있으나 農家 1戶當 耕地面積은 全國 平均이 0.99ha (자바섬 平均은 0.34ha)로써 小規模의 營農을 하고 있으며 GNP는 美貨 250$ 程度로 推算되고 있다. 赤道下에 位置하고 있는 이나라의 氣候는 年中平均氣溫이 21°—33°C로서 무더운 날씨가 繼續되며 特히 乾氣와 雨期가 顯著하게 區分되어 乾期는 6月에서 9月까지 이고 雨期는 10月에서 翌年 5月에 걸친다. 降雨分布는 地域에 따라 大端히 變化가 甚하지만 首都인 자카르타의 過去 10年 平均値는 1,819mm를 記錄하고 있다.

2. 經濟開發計劃

이나라의 經濟開發計劃은 1968年에 樹立되어 第1次 5個年開發計劃(Repelita Ⅰ, 1968/1969—1973/1974)이 施行되었으며 이를 土臺로한 第2次 5個年開發計劃(Repelita Ⅱ, 1974/1975—1978/1979)이 繼續進行되고 있다. 이 期間中의 主要目標는 人口增加(年 2.4%)에 對處한 國民基本生活의 安定으로써 食糧增産, 衣類生産, 住宅建設, 敎育施設擴充, 衛生, 保健等 社會福祉의 擴充과 더불어 雇傭機會의 增大를 꾀하고 있다.

産業部門의 增産比率은 農業 4.6%, 工業 13.0% 鑛業 10.1%, 交通通信 10.0%, 住宅 9.2%, 其他 7.7%로써 年 7.5%의 增加率을 꾀하고 있다. 農業開發部門은 米穀增産을 위주로 하여 1978/1979年度에는 18百萬t의 米穀生産과 田作物인 옥수수, 수수 및 其他의 生産을 위하여 1.4百萬ha의 農業開發을 目標로 하고 있다.

*農業振興公社 理事

3. 農業開發事業

農業開發事業은 米穀의 生產性을 높이기 위하여 經濟開發 第 1,2次期間中에 既設 水利事業地區 853千ha에 對한 改補修事業과 新規開發事業 912千ha의 開發을 優先順位로 하여 計劃을 推定하고 있다.

農業과 其他產業을 基盤으로 하는 開發計劃이 推進됨에 따라 雇傭이 增大되며는 자바섬에 集中되어 있는 이나라 人口에서 農民을 비롯한 遊休勞動力을 人口密度가 적은 他島嶼地方으로 移住시키는 主要政策을 計劃하고 있다.

이러한 移住政策의 施行에는 農業開發과 其他 福祉施設을 先行하여 移住民의 營農 및 生活과 居住에 支障이 없도록 하여야 하므로 이를 위한 水利開發을 主軸으로 하는 農業開發事業은 이나라 開發計劃에서 큰 比重을 차지하게 되는것이다. 다시 말하여 인도네시아에서는 해마다 不足되고 있는 食糧의 自給自足을 위한 食糧政策과 아울러 密集人口의 疎散을 위한 移住政策으로 農業開發事業을 이나라 基本政策事業으로 擇하고 있으며 이는 大端히 時急한 實情에 놓여져 있다. 그러므로 國內財源과 外資를 動員하여 事業을 推進하고 있다. 現在 借款 또는 其他 形式으로 技術 및 經濟協力을 받고 있는 곳으로는 IBRD, ADB, UNDP, FAO等 國際機關과 美國, 캐나다, 日本, 西獨等 先進國家가 있다.

Ⅲ. 事業地區 概要

1. 位 置

테룩라다 農業開發事業(Ⅰ段階)地區는 인도네시아의 首都인 자카르타에서 西南方으로 120km距離에 떨어진 자바섬의 西端 테룩라다 平野의 中心部에 位置하고 있으며 2段階를 包含한 全地區는 東經 105°42′—106°15′, 南緯 6°15′—6°45′의 範圍에 걸쳐 있다.

本地區는 찔레멜과 찔리만의 2個 內地區로 區分되어 하나는 蒙利面積이 2,251ha로 찔레멜江 左側에 位置하고 있으며 다른 하나는 蒙利面積이 4,109 ha로 찔리만江 左側에 位置하고 있어 總開發面積은 6,360ha가 된다.

2. 地 形

事業地區의 地形은 複雜하나 全體的으로 東南에서 西北으로 傾斜가 緩慢하다가 점차로 平坦하여 지며 海拔標高는 山기슭의 25m에서 海岸附近 0.5m의 範圍이다.

테룩라다 平野에서 가장 큰 水源은 찔리만江으로 말랑山(909m)에서 發源하여 순다海峽의 페파灣에 流入하고 流域面積은 河口에서 約 510km²이며 主水源工인 洑豫定 位置에서는 約 300km²이다.

또하나의 水源인 찔레멜江은 카랑山(1,778m)에서 發源하여 南쪽으로 흐르다가 찌빠둥에서 方向을 바꾸어 페파灣에 流入하고 流域面積은 河口에서 約 580km²이며 洑 豫定位置에서는 約 170km²이다. 테룩라다 平野의 全河川의 流域面積은 約 1,400km²이고 이중 約 1,000km²은 山林地帶이다. 地區內의 찔리만 및 찔레멜江은 季節에 따라 流量의 變化가 심하여 乾期에는 流量이 적고 雨期에는 洪水가 일어난다. 이 두江의 水質은 年中을 通하여 灌漑用水로 적절하다.

3. 土 壤

土壤은 크게 灰色水成土壤과 沖積土壤의 두 種類로 分類할 수 있다. 前者는 보통 週期的인 浸水와 높은 地下水位로 排水가 不良하여 酸性이며 後者는 近世의 沖積層에서 發達된 것이다. 이 두種類의 土壤은 置換性 가리의 容量이 크고 透水性이 낮은 土壤이며 질소 및 燐酸質肥料에 敏感하다. 이들 土壤은 灌漑 및 排水施設이 適切히 設置되며는 水稻栽培에 適合하다.

4. 地 質

本地區의 地質을 4個의 地域으로 大別하여 說明할 수 있다.

첫째는 河口를 中心으로한 海岸의 海砂地帶로 1~4km의 幅으로 分布되어 있고 둘째는 沖積層으로 本地區 東쪽에서 西쪽으로 흐르는 數個의 江 河流에 沿하여 넓게 分布되어 있다. 셋째는 堆積岩 및 火成生成物의 第三期 層으로 野山地帶를 이루고 있으며 넷째는 本地區의 東部 및 北部를 點하고 있는 山岳地帶로 主로 溶岩生成物로 되어 있다.

Ⅳ. 農業 및 農業經濟

1. 現 況

가. 人口 및 雇傭

事業地區內 總人口는 約 46,000名이고 農家戶數는 9,400戶로서 戶當 平均人口는 約 5人이다. 地區

LOCATION MAP
TELUK LADA AREA
DEVELOPMENT PROJECT
(PHASE 1)
ROAD
RIVER
PROJECT BOUNDARY
BENEFICIAL AREA (PHASE II)
DIVERSION WEIR (PHASE I)
DIVERSION WEIR (PHASE II)
IRRIGATION CANAL
DRAINAGE CANAL
ACCESS ROAD AND BRIGGE
PILOT SCHEME
KADUPANDAK
CILEMER
DIVERSION WEIR
Cilemer River
2,251 HA
MAIN CANAL
CIMOYAN
DIVERSION WEIR
PROJECT AREA
6,360 HA
CILIMAN
DIVERSION WEIR
CILIMAN RIVER
MUNJUL
PENDANA
CIBUNGUR PAGELARAN RIVER
CILIMAN RIVER
TELUK LADA
4,109 HA
MAIN CANAL
PANIMSANG
SOJEN
CISEUKEUT
TELUK LADA
(PEPPER BAY)
SCALE
0 1 2 3 4
KILOMETERS
PROJECT AREA
SERANG
JAKARTA
JAVA SEA
CIREBON
BANDUNG
PANDEGLANG
BOGOR
STRAIT OF SUNDA

內 平均人口 密度는 km²當 276人이며 事業地區는 4個郡(Kecamatan), 7個面(Desa)에 걸쳐있다.

나. 耕作規模 및 土地所有

戶當 平均耕地規模는 0.8ha로서 大部分의 農家가 0.4~0.6ha를 所有하는 零細農이다. 本用役團의 調査 結果 農民全體의 41%가 自作農, 47%가 小作農 나머지 12%가 農業勞動者로 構成되어 있다. 現在 盛行되고 있는 小作料는 生產物의 50%이며 生產費는 小作農이 負擔하고 있는 實情이다.

施行前 및 施行後 土地利用

土地利用	耕地面積 (ha)	作付面積 (ha) 乾期	雨期	計	作付率 (%)
A. 施行前					
畜作	6,648				
灌漑	—	—	—	—	—
非灌漑	—	—	6,648	6,648	100
田作物	—	664	—	664	10
小計	**6,648**	**664**	**6,648**	**7,312**	**110**
B. 施行後					
畜作	6,360				
灌漑(HYV)	—	5,701	5,701	11,402	180
灌漑(在來種)	—	—	659	659	10
田作物	—	200	—	200	3
小計	**6,360**	**5,901**	**6,360**	**12,261**	**193**
C. 差引增減(B—A)					
畜作	−288 a				
灌漑	—	+5,701	+6,360	+12,061	190
非灌漑	—	—	−6,648	−6,648	−100
田作物	—	−465	—	−465	−7
合計(平均)	**−288**	**+5,236**	**−288**	**+4,948**	**83**

다. 施行前 農業

本地區는 雨期에는 畜 全面積에 水稻가 栽培되며 乾期에는 約 10%의 面積에 田作物이 栽培되어 土地利用率은 110%를 나타내고 있어 낮은 편이다.

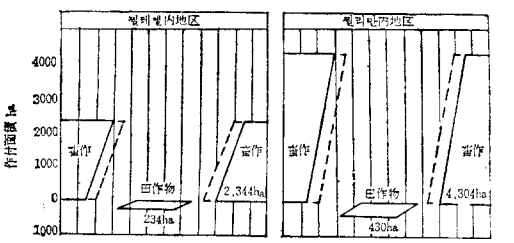
地區內의 營農 實態는 水利施設이 未備되고 農民의 營農技術 水準이 얕고 農業에 對한 政府의 支援의 貧弱等으로 多收穫品種의 普及과 農業의 機械普及이 안되어 있다. ha當 收穫量은 1.1M/T(精穀)으로 全國平均 1.7M/T에 比하여 낮은 便이다.

라. 農民組織

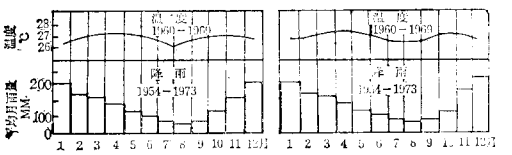
인도네시아는 두가지 代表的인 農民組織이 있다.

첫째는 水利組合(Water-useis Association)으로서 水利施設이 되어 있는 地域의 支渠(Tertiary canal) 單位 또는 部落單位로 組織되어 있으며 VIv—UIu라는 Water master에 의해 이끌어 진다. 이 組織의 主要業務는 組合員에 對한 公平한 用水供給과 支渠單位의 施設物 維持管理이다.

둘째는 農民協同組合인 Buud/Kud로서 이는 面單位로 組織된 一種의 農業協同組合으로서 主要業務는 農資材의 共同購入, 農產物의 共同出荷, 農業信用供給, 農產物 加工施設 運營等이다. 以上과 같은 農民組織이 있으나 事業地區에는 그 組織이 一部地域에 局限되어 있고 그 活動 역시 活發하지 못한 實



施行前 作業體系



降雨 및 温度

精이다.

2. 農業開發計劃

가. 農業生產計劃

施行後 作付體系는 開發形態의 基準이 되고있는 條件에 따라 樹立하였으며 다섯가지 形態로 區分하였다.

1) 排水條件이 完備된 地區
2) 排水條件이 良好한 地區

施行後 作付体系

排水狀態	作付体系												土地利用率 %
	雨期(8個月)								乾期(4個月)				
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
排水完備	Asahan IR36 (3.9)					Asahan IR36 (4.0)				三	作	物 (1.0)	300
排水良好	Asahan IR36 (3.9)					Asahan IR36 (4.0)							200
排水適當	Asahan IR36 (3.8)					Asahan IR36 (4.0)							200
雨期에 水深 20cm以下	Asahan IR36 (3.0)						Asahan IR36 (3.2)						200
雨期에 浸水	Syntha IR34 (1.4)						Asahan IR36 (3.2)						200

1. ( )=粗穀 /ha
2. 多雨期間 : 12月 - 7月
3. 品種 稿 長(cm) 生育期間(日)

Asahan	95-110	115-120
IR 36	80- 90	110-120
IR 34	25-130	130-140
Syntho	145-165	145-150

3) 排水條件이 適當한 地區(自然排水可能地區)
4) 雨期에 水深이 20cm以下인 地區
5) 雨期에 浸水되는 地區

以上의 다섯가지 條件에서 雨期와 乾期初期에 걸쳐 水稻作의 二毛作이 栽培可能하며 栽培後 乾期에 淡水魚養魚도 可能하다. 여기서 排水條件이 完備된 地區에서는 三毛作까지 可能하여 施行後 土地利用率은 200—300%를 나타낸다.

나. 施行後 水稻收量

施行後 收量推定은 土地條件別 特히 排水狀態로 區分하여 다음과 같이 決定하였다.

排水條件	ha當 收量(M/T)	
	粗穀	精穀
가. 排水完備	4.0	2.4
나. 排水良好	3.8	2.3
다. 排水適當	3.6	2.2
라. 雨期에 水深20cm以下	3.1	1.9
마. 雨期에 浸水	2.0	1.2

V. 調査設計

1. 水 文

가. 降雨分析

本地區의 降雨分布는 地域別로 一定치 않고 短期間에 集中的으로 發生하며 山地에 比하여 海岸地帶에 降雨가 많아 海岸地帶에서는 年平均降雨量이 4,200mm이고 山地에서는 2,600mm로서 甚한 差異를 보이고 있다.

이와같이 地域別로 變化가 甚한 地點降雨를 流域降雨로 換算하여 適用하였으며 다시 正確度를 높이기 爲하여 本地區內를 通過하는 2個의 찌리만江과 질레벨江 流域으로 區分 處理하였다.

地區內 8個所의 降雨資料를 分析한바 頻度別 降雨量은 다음 公式으로 推定할 수 있다.

頻度別 降雨量 推定公式

內地區	日最大降雨	2日連續最大降雨
질리만	$R_i=75\log T_m+100$	$R_i=192\log T_m+121$
질레벨	$R_i=99\log T_m+106$	$R_i=159\log T_m+106$

R_i=降雨量
T_m=再現期待年數

나. 流出量

地區內를 通過하는 찔리만江과 찔레멜江을 水源으로 하고 있음으로 이들江의 流出量 推定은 매우 重要하다. 그러므로 이두江 下流에 河床이 安定되어 있는 地點에 水文觀測所를 選定하여 이들 地點의 水位—流量 曲線을 分析處理한 結果 다음과 같은 式을 얻었다.

水 位 對 流 量 推 定

內地區	流量		公式	
	範圍	流量	範圍	流量
찔리만	$H<2.0$mm	$Q=5.0H^{2.136}$	$H\leqq 2.0$mm	$Q=6.71H^{1.65}$
찔레멜	$H>1.1$mm	$Q=2.94H^{3.22}$	$H\geqq 1.1$mm	$Q=3.8H^{1.9}$

Q=流量(m^3/sec)
H=水位

다. 洪水量

河川洪水量을 推定함에 있어 인도네시아에서는 레쇼널, 멜치오, 하스퍼, 외드윈公式을 널리 使用하고 있으나 이들중에서 외드윈方法은 100km^2以下에서 主로 使用되어 本地區에는 該當되지 않어 멜치오方法과 하스퍼方法에 의하여 推定된 洪水量과 實測 洪水量을 比較檢討하여 構造物의 安全을 考慮 가장 큰 값을 設計洪水量으로 決定하였다.

最 大 洪 水 量 單位=m^3/sec

頻度	찔레멜				찔리만			
	實測	멜치오	하스퍼	設計洪水	實測	멜치오	하스퍼	設計洪水
50	309	306	405	405	451	424	334	451
100	345	336	444	444	503	453	359	503
200	380	360	475	475	555	492	530	556

라. 用水量

用水量을 計算함에 있어 인도네시아에서는 팬맨公式을 主로 使用하고 있으나 本地區에서는 消費水量計算에 있어 블래니—크리들修正公式, 팬맨, 크리스챤센方法에 의하여 計算하고 이들을 比較檢討하여 最大値를 採擇하였다. 消費水量計算은 氣溫의 差가 甚하지 않고 降雨가 거의 每日 發生함으로 1個月을 上下로 15日씩 區分하여 計算하였다. 有效雨量은 降雨別로 分析한바 50mm以下에서는 100%, 11~150mm에서는 85%, 150mm以上에서는 75%가 有效한 것으로 나타나 있어 上記 相關關係에 의하여 다음과 같은 式을 얻었다.

$$ER=R(0.9-0.0006R)$$

ER=有效雨量(mm)
R=降雨量(mm)

畓에서 苗代用水와 本畓期 移秧整地用水는 인도네시아에서 附加用水라고 稱하여 使用하였으며 그 內容은 다음과 같다.

附 加 用 水

區分	單位	在來種	新品種	備考
苗板				
期間	日	20	30	
面積	%	5	5	本畓面積에 대한 比率
整地用水	mm	100	100	
土壤飽和用水	〃	100	150	1日 5mm로 假定
計	〃	200	250	
本畓整地				
期間	日	30	30	
整地用水	mm	100	100	
湛水深	〃	50	50	整地以前
計	〃	150	150	

用水供給時 損失量은 水路損失과 管理損失로 區分하여 計算하고 있는데 이것도 附加用水量과 같이 인도네시아에서 用水路 規模別로 使用하는 方法이

있음으로 이를 採擇하였다.

水 路 損 失

區 分	公 式
粘 土	$W_i=0.5VA^{1.5}$
砂 質 土	$W_i=0.8VA^{1.5}$

W_i=用水路延長10km의 損失(%)
V=平均流速(m/sec)
A=通水斷面積(m^2)

損 失 量 計 算

區 分	절레멜	절리만	備考
水路損失	15.7%	17.5%	
用水幹線	6.7	7.5	
用水支線	9.0	10.0	
管理損失	18.0	20.0	
畓內損失	9.0	10.0	
用水供給時損失	4.5	5.0	
運營上損失	4.5	5.0	
總 損 失	33.7	37.5	

$$\text{平均損失}(\%)=100-\frac{\left\{100-\left(\frac{15.7+17.5}{2}\right)\right\}\times\left\{100-\left(\frac{18.0+20.0}{2}\right)\right\}}{100}=32.4$$

上記 損失에 5%의 餘裕를 加算하여 34%로 決定하였다.

이와같이 諸般條件을 考慮하여 單位用水量을 計算한 結果 本地區는 10年頻度 單位用水量을 1.41*l*/sec/ha로 決定하였다.

單 位 用 水 量 單位 : *l*/sec/ha

內地區	블래니크리들	팬 맨	크리스찬 센	備 考
절레멜	1.41	1.34	1.22	10年 頻度
절리만	1.15	1.31	1.07	

마. 用水路 通水量

用水路 通水斷面을 決定함에 있어 인도네시아에서는 水路別로 支配面積을 決定하고 規模에 따라 一定한 係數를 支配面積에 곱한 後 다시 單位用水量을 곱하여 定한다. 이 係數를 테갈(Tegal)係數라고 하는데 이것은 인도네시아 테갈地區에서 實測資料에 依하여 開發한것으로써 係數의 主要概念은 同一期間에 全畓面積을 同時에 移秧하지 않고 時差를 두어 移秧을 하고 本畓 灌漑期의 用水供給은 輪換灌漑方法을 採擇하여 適切한 물管理를 함으로써 물의 損失을 最小로 하고져 用水路 支配面積別로 用水量을 增減하여 通水量을 定하는 것이다.

이와같은 方法은 우리나라에서 耕地整理設計에서 用水支渠 또는 分線을 決定할 때 支配面積別로 通水量을 定하는 方法과 同一한 槪念이다.

테갈係數에 依한 通水量과 우리나라 耕地整理 基準에 의한 通水量을 比較하면 다음과 같다.

通 水 量 比 較 表

面積	테갈係數에 의한 通水量			韓國耕地
	單位用水量	테갈係數	通 水 量	整理基準
	l/sec/ha		m^3/sec	m^3/sec
5	2,268	2.605	0.0295	0.0870
10	〃	2.330	0.0528	0.0945
25	〃	1.800	0.1021	0.1170
50	〃	1.420	0.1610	0.1545
100	〃	1.105	0.2506	0.2268
200	〃	0.937	0.4250	0.4563
700	〃	0.800	1.2701	1.5876

위 表로 2個의 通水量을 比較 檢討하여 보면 支配面積이 約 40ha에서는 거의 同一하고 100ha까지는 近少한 差를 維持하나 40ha以下에서는 인도네시아의 通水量이 우리나라의 水量보다 적은것을 볼 수 있다. 이는 移秧期間을 우리나라보다 길게 定하였기 때문으로 思料된다. 그리고 支配面積이 100ha以上일 경우 인도네시아의 通水量이 우리나라보다 적은 것은 年中不過 10日間에 所要되는 最大單位用水量을 擇하지 않고 面積이 增加됨에 따라 20%까지 減小시켜 間斷灌漑로써 用水量을 適切히 調整하여 運營하는 것으로 計劃하였기 때문이다.

2. 土 質

가. 調査 및 試驗

절레멜과 절리만內地區의 重要構造物의 基礎地盤과 土取場에 대하여 地質 및 土質工學的인 調査 및 試驗을 實施하였다. 現場調査에는 로타리보링에 의한 試錐調査와 和蘭式 二重管式 貫入抵抗試驗에 의한 地耐力試驗, 오가보링, 試掘等 方法이 使用되었다. 調査內容은 보링에서 標準貫入試驗, 透水試驗, 地下水位測定, 軟弱層의 靜(不攪亂)試料採取, 硬地盤의 코아採取를 하였으며 土取場調査에서는 試掘과 動(攪亂)試料를 採取하였다. 室內試驗으로는 모든 試料에 대하여 物理性試驗과 現場含水比試驗, 單位重量試驗을 하였다. 力學試驗으로는 砂質흙의 直接剪斷試驗, 粘質흙의 一軸壓縮試驗, 三軸壓縮試

驗等 剪斷試驗과 壓密試驗을 하였으며 모든 試料에 대한 透水試驗을 하였다. 土取場試料에 대하여는 프록타 標準다짐試驗을 하여 이의 最適含水比와 最大乾燥密度狀態, 2%乾燥와 95%密度狀態와의 두가지 試料로 위의 試驗을 하였다.

나. 찔레멜洑

1) 地 質

찔레멜江은 기울기가 緩慢한 蛇行川이나 每年 되풀이 되는 雨期에 河岸은 U字型으로 甚한 浸蝕을 받고있다. 洑位置 隣近은 두터운 風化帶를 갖는 凝灰質砂岩을 基盤岩으로 하는 起伏이 緩慢한 野山을 이루며 河川을 中心으로 兩岸에는 冲積層이 發達되어 있다. 冲積層은 粘土가 섞인 실트質모래에 약간의 호박돌 크기의 堆積岩風化碎層이 含有되어 河川과 氾濫地帶인 隣近平野를 形成하고 있으며 風化帶를 包含하여 基盤岩은 表層이 淡褐色, 地下水位下部는 暗灰色인 凝灰岩, 알코스砂岩과 粘土의 互層으로 되어있다. 이들에서 凝灰岩과 알코스砂岩은 細粒 및 粗粒의 石英과 長石, 風化된 輕石等의 粒子로 構成되며 간혹 石灰化된 조개껍질이 섞여 있고 固結度는 弱하나 節理를 갖고 있으며 粘土層은 暗灰色으로 硬固하게 壓密되어 있다.

2) 調査 및 試驗

現場調査 및 室內試驗 結果를 要約하면 다음과 같다.

取入洑 築造地點의 河床을 이르는 冲積層의 두께는 1~3m, 基盤岩 風化帶의 두께는 3m로 地表 6m 深度에서 粘土層硬地盤에 到達하는데 이들 上部 2個層의 透水係數는 $K=1\times10^{-2}$cm/sec, 下層은 粘土層이나 垂直方向으로 微細한 龜裂이 있어 透水係數가 $K=1\times10^{-3}$cm/sec로 크다. 한편 上部 2個層은 乾燥密度가 0.999~1.104g/cm³, 現場 含水比는 40.51~54.68%의 低密度와 高含水比를 가진 統一分類 CH의 高塑性흙으로 剪斷強度는 三軸壓縮試驗値(V-U)로 $\phi=6°$, $C=0.02$kg/cm²이며 標準貫入試驗値는 $N<12$의 軟弱地盤을 構成한다. 그러나 粘土層은 $\phi=28°$, $C=0.1$kg/cm²이며 $N=47$~60의 硬地盤으로 取入洑의 基礎地盤으로 充分한 支持力을 갖는다.

다. 찔리만洑

1) 地 質

찔리만江은 甚한 浸蝕을 받아 河岸이 가파른 V字型을 이르고 있는 蛇行川이다. 取入洑位置의 地層은 冲積層과 두터운 風化帶를 가진 凝灰岩의 基盤岩으로 되어있다. 冲積層은 河川과 平野에 넓게 分布되어 있으며 모래와 자갈을 含有하는 실트 및 粘質흙으로 構成되어 取入洑 位置에서 約 1m의 두께를 갖는다. 風化帶를 包含한 基盤岩인 凝灰岩層은 약간의 자갈과 粗粒 모래層이 렌즈狀으로 狹在되어 있으며 下流 30m에서 露頭를 볼수 있고 石英, 長石, 白雲母等으로 構成되며 固結度는 上層에서 弱하나 깊을수록 強하여 진다.

2) 調査 및 試驗

地下水位는 4.6m로 河川水位보다 2m가 낮으며 地下水位 以下의 基盤岩은 上層이 淡褐色임에 비하여 暗灰色을 띄우고 있다. 冲積層 및 風化帶의 土質은 統一分類로 SP, SC, SM, CH, MH等 多樣하며 現場含水比는 21.37~52.67%, 乾燥密度는 0.982~1,642g/cm³, 透水係數는 $K=1\times10^{-3}$cm/sec이다. 剪斷強度는 三軸壓縮試驗値로 $\phi=1-28°$, $C=0.045$~0.145kg/cm²이며 標準貫入試驗値는 $N=6$~15로 5~15m深度의 軟弱地盤을 構成하고 있다. 여기서 剪斷試驗値가 比較的 큰 값을 보이는 部分은 數個所의 렌즈狀의 粗粒모래 部分이다. 洑築造에 있어서는 높은 硬固한 地盤인 곳을 擇하여 軟弱層을 라임소일로 置換하는 工法이 計劃되었다.

3. 測量 및 地形圖作成

인도네시아에는 全國規模로 小形圖面은 있으나 農業開發事業, 基本計劃을 樹立할 수 있는 1/50,000, 1/25,000, 1/5,000, 1/1,000等縮尺의 地形圖가 없어 開發對象地區가 선정이 되면 地形圖作成이 시작된다.

이러한 地形圖와 諸般圖面은 計劃設計局 技術者가 直接 現地測量하여 作成치 않고 用役會社에 用役을 주어 作成하고 이에 對한 指導監督을 하고 있으며 特別한 경우 局部的으로 小規模의 補完測量만을 直接施行하는 程度이다. 그러나 本地區에는 軍測地部隊 保有의 和蘭 統治時代인 1942年에 製作한 1/50,000地形圖가 있어 計劃樹立이 容易하였다. 또 本地區에는 妥當性調査 當時 基本圖(1/5,000)用水路 縱橫斷面圖와 平面圖(1/2,000)水源工인 洑의 平面圖(1/1,000)等이 旣히 作成되어 있었다. 本用役團에서는 이러한 圖面을 活用하였으나 用水路計劃變更에 따른 補完測量과 示範事業地區의 地籍圖(인도네시아에는 地籍圖가 없음)를 作成하였음으로 同測量方法과 圖面作成 方法을 要約 記述코져 한다.

基本圖 : 事業計劃 樹立에 基本이 되는 圖面으로써 縮尺은 1/5,000이며 等高線은 山地에서 1.0m 平野部에서 0.5m의 間隔으로 作圖하고 三角點, BM, 河川, 道路部落, 耕地, 늪지대, 共同墓地, 果樹 및 椰

子樹등을 表記한다.

用水路 平面圖：縮尺을 1/2,000으로 하고 幹線은 左右로 各各 100m式, 支線은 50m 式 分線 및 支渠는 25m式으로 하여 作成하고 等高線은 基本圖와 同一하게 表示한다.

主要構造物 平面圖：縮尺은 用途에 따라 1/200~1/1,000로 하고 等高線은 山地에서 0.5~1.0m 平野地에서는 0.25m間隔으로 作成한다.

測 量

基本圖：主交角綱(2.5×2.5km), 副交角綱(500×500m), 小多角綱(100×100m) 順으로 多角測量을 實施하여 小多角綱別로 水準測量을 한다.

用水路 路線：測點距離는 50m式하고 地形變化가 甚한 곳에서는 中間點을 1~2個以內로 設置하여 測量한다. 特異한것은 曲線部에 交點(IP)을 設置하지 않는 것이다.

水準點：平面圖作成에는 每 50ha에 1個所를 두고 路線測量에는 水路分岐點과 主要構造物 位置에 반드시 設置한다.

4. 設 計

가. 設計業務의 範圍

設計業務는 찔레멜, 찔리만 2個內 地區別로 取入

設計構造物 內譯

區 分	찔 레 멜	찔 리 만	計
灌漑面積	2,251ha	4,109ha	6,360ha
取 入 洑	1個所	1個所	2個所
用水幹線	1條 20km	1條 26km	2條 46km
用水支線	4條 11km	6條 25km	10條 36km
分水構造物	7個所	19個所	26個所
分 水 管	20 〃	12 〃	32 〃
制 水 門	—	5 〃	5 〃
用水潛管	1 〃	8 〃	9 〃
用水暗渠	2 〃	1 〃	3 〃
道路橋梁	1 〃	15 〃	16 〃
落 差 工	6 〃	24 〃	30 〃
放 水 門	4 〃	6 〃	10 〃
排水暗渠	52 〃	57 〃	107 〃
빨 래 터	22 〃	38 〃	60 〃
물소休息터	22 〃	37 〃	59 〃
水 路 橋	—	1 〃	1 〃

洑, 用水幹支線 및 聯關된 構造物等 主로 灌漑組織의 實施設計로 內譯은 다음과 같다.

나. 調 査

1) 路線選定

路線은 概定과 決定의 2段階 過程을 거쳐 定한다. 路線의 概定은 事業區域과 隣接地域까지의 地形을 1/5,000地形圖(基本圖)에 의하여 現地踏査하고 可能한 몇個의 路線을 圖上에서 比較 檢討한다.

위의 過程에서 가장 有利한 路線이 決定되면 水路中心에서 左右로 50~100m의 幅으로 縮尺1/2,000의 平面圖를 作成하고 中心線을 記入한 다음에 圖面上의 縱橫斷面圖를 作成하여 各種 工作物의 位置를 定한다. 이와같이 決定된 路線은 다시 主要構造物 部分에 對하여 現地의 土質, 地質 및 其他의 細部調査가 實施된다.

다. 設 計

1) 計劃通水量

路線이 確定되면 洪水流入量과 이를 排除하는 放水工, 用水量과 이를 分配하는 分水工等의 關聯을 考慮한 區間別 支配面積을 求하고 單位用水量에 테갈(Tepal)係數를 곱하여 水路의 規模를 定한다.

用水路 組織은 幹線은 取水點과 直結되고 支線은 幹線 또는 分線에서 各各 分岐되며 灌漑給水는 分線에서 分岐된 支渠를 通하여 논으로 流込토록 用水系統綱을 作成한다. 여기서 幹支線에서는 絶對直接 논으로 給水치 않고 分線을 通하여 給水토록 함으로 물管理가 容易하게 된다.

2) 通水施設

通水施設인 用水路와 各種 構造物의 設計에는 다음 몇가지 特徵이 있다.

用水幹線은 工事資材의 節減을 위하여 工作物을 줄이고 특히 費用節減과 施工技術上의 難點을 考慮하여 터널은 避함으로 土工과 曲線部의 延長이 增加되는 것을 認定하면서 路線을 地形에 맞추어 設置하는 傾向이 있다. 이와같이 土工에 置重한 水路設計 및 施工은 工事費 節減과 人力爲主의 雇傭增大를 꾀하는 等에 觀點을 두고 있는것이다.

用水路 構造物은 鐵筋콘크리트 대신 돌과 모르타로서 築造하는 찰쌓기式의 所謂 파상강 바투칼리(Pasanpan Batukali)構造가 用水暗渠 및 其他 構造物의 軀體에 흔히 使用된다.

3) 分水 및 制水施設

水路 相互間 또는 水路로 부터 用水를 配分하는 分水岐點의 分水 및 制水를 위한 施設物에는 반드시 量水裝置가 設置되며 工作物 流入口側 壁面에는 施設物이 支配하는 面積이 表示되어 있다.

4) 附帶施設

빨래터：聚落地域 中心 혹은 隣接한 곳을 지나는 用水路의 內側 비탈面에 層階를 만들어 部落民이 빨

래를 할 수 있는 施設을 한다.

물소休息터(Buffalo uallow) : 農家에서 農牛로 飼育하는 물소의 好水性 生活習性에 맞추어 빨래터의 경우처럼 部落附近의 水路內에 一種의 浴槽와 같은 構造物을 設置하여 물소들이 물에 몸을 담그며 休息할수 있도록 施設을 한다.

管理路 : 幹支線의 한쪽 堤防에 水路 및 施設物의 維持管理에 不便이 없도록 管理用 道路가 敷設되는데 이 道路에 沿하여 四角形 斷面의 콘크리트標石을 水路의 始點으로 부터의 距離를 表示하여 一定한 距離로 埋設하여 水路의 延長 혹은 始點으로 부터의 距離를 알수 있도록 한다.

라. 設計基準

1) 水路流量計算

만닝公式을 스트리클라(Strikler)公式이라 하여 開水路의 平均流速을 求하는데 適用하고 있다.

$$U = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$K = 1/n$$

여기서 粗度係數에는 $K=1/n$을 使用하고 있으며 土工水路에서 大規模水路는 流量別로 小規模水路는 크기에 따라 定하여진 係數를 使用하는等 特色이 있다.

粗 度 係 數

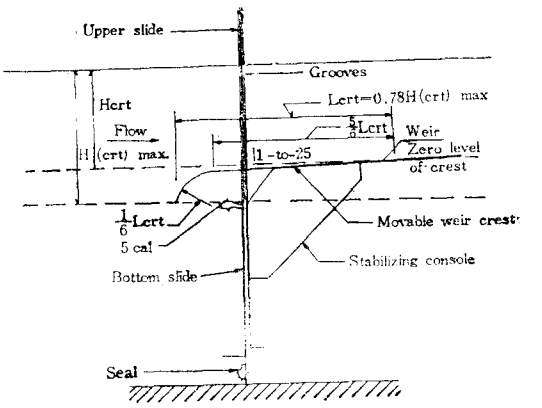
構 造	K	n
매우 매끈한 콘크리트 표면	90	0.012
매우 매끈한 木造 표면	90	0.012
석축 회를 바른 전석	60	0.017
통상 목석으로 된 라이닝	50	0.020
토공수로 $Q>10m^3/sec$	50	0.020
〃 $10>Q>5.0m^3/sec$	47.5	0.021
〃 $Q<5.0m^3/sec$	45	0.022
3次(Tertiary)	40	0.025
支線(Farm Ditch)	40	0.025

2) 量水裝置

水路의 分岐點에는 반드시 量水施設이 設置되며 水路의 流量에 따라 다음과 같은 種類의 門扉가 使用된다.

가) 로멘게이트(Romijn Gate)

$Q<0.45m^3/sec$

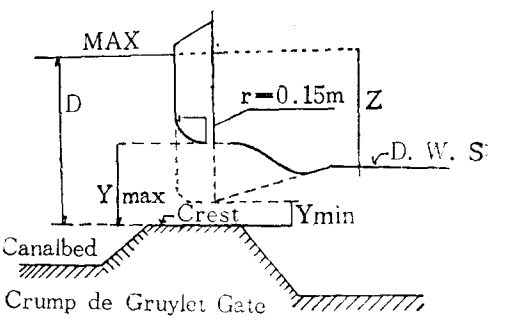


Romijn broad crested weir, sliding blades and movable weir crest.

※ Romijn Gate는 1875年 FAO가 發刊한 서적 Small Hzchaulic Structure에도 紹介되어 있다.

나) 크럼프 데 구루터 게이트(Crump de Gruyter Gate)

$Q>0.9m^3/sec$



3) 取入狀

가) 構造 및 工法

인도네시아에서 灌漑事業의 水源工으로 大部分 狀가 使用되며 그 構造와 工法에 다음과 같은 特徵이 있다.

(1) 構 造

大多數의 取入狀는 매슨리 躯體에 排砂門을 裝置한 固定堰이다.

(2) 工 法

河川의 蛇行部分 河岸을 貫通하는 直貫工事를 하여 이 部分에 狀를 設置하는 所謂 Coupure(쇼트컬) 工法이 널리 使用되며 數年間의 工期에도 假締切없이 作業場이 乾燥한 裝態에서 施工이 可能하며 完成後 쇼트컬의 河川 接續部를 切開하여 通水하며 舊

河川은 締切하는 것이다. 本地區의 찔리단 洑는 蛇行部分에 쇼트컬工法을 適用하였으며 찔레멜洑는 直線部 河川上에 直接 施工토록 되어있다.

나) 洑軀體의 構造決定

本地區의 2個洑는 매손리 構造로 計劃되었으나 자바섬은 地震이 많은 섬으로 本地區도 地震帶에 屬하고 있음을 勘案하여 이에 關한 資料를 蒐集하고 水利局 關係者들과 協議하여 當初 不安全한 매손리 堰으로 計劃되었든 것은 鐵筋콘크리트로 設計하였다.

本地區의 地震强度는 重力加速度의 0.15倍에 該當됨으로 適用한 地震係數는 水平 Kv=0.28 垂直 Kv=0.18이다.

Ⅵ. 示範事業

事業地區內의 農民들은 水稻二毛作 栽培技術에 익숙하지 못하고 물管理에 對한 知識이 없기 때문에 이들에게 現代的 營農技術과 물管理에 對한 知識은 展示事業을 通하여 事業完成 2年前까지 다음 事項을 敎育시키고져 示範事業을 計劃하였다.

—多毛作 體系의 技術 普及
—물管理技術 展示普及
—새로운 營農法의 技術展示
—關聯機關과의 協助體制强化

1. 規 模

區 分	찔레멜內地區	찔리란內地區	備 考
面 積	80ha	66ha	
農家數	121戶	188戶	
揚水場	1個所	1個所	

2. 事業內容

가. 展示圃 設置
—水稻品種 展示圃
—水稻施肥 展示圃
—水稻病虫害 展示圃
—水稻耕種 比較 展示圃
—Palawija 展示圃

나. 農業指導 센타 設置

다. Bimas/Inmas計劃樹立 施行

라. 優良種子 生產普及

마. 農家調査 및 評價

Ⅶ. 技術訓練

인도네시아政府 建設電力省 水資源開發廳은 自國內 技術者의 技術向上策으로 海外技術訓練을 積極勸奬하고 있다. 1977~1978年까지 農業振興公社는 用役業務의 一環으로 水資源開發廳 技術職員을 2個月間 韓國에서 農業開發事業 設計 施工에 對한 訓練을 시켰고 幹部職級 5名도 同公社를 短期訪問하여 設計施工現況을 見學한바 있다.

이밖에도 1977年 和蘭에 派遣된 技術者만도 30餘名에 達하고 있다. 이에 隨伴하여 各國用役團은 設計時 參與한 이나라 技術者의 對充要員에 對하여 設計技術講義와 訓練(Qn-the-job-training)을 實施하고 設計報告書(Desipn Note)를 作成 提出토록하여 國內 關聯機關에 配布하고 있다. 그러므로 本用役團도 同趣旨에 따라 設計報告書를 作成提出하고 報告書에 對한 內容을 이나라 技術者들에게 直接講義한바 水資源開發廳으로 부터 好評을 받게되었다.

Ⅷ. 結 言

本稿에서 農業振興公社가 인도네시아에 첫 進出의 계기가된 테룩라다 農業開發事業(1段階)의 技術用役事業 概要를 紹介하였다. 本用役事業은 水利開發事業의 밝은 展望을 갖고있는 인도네시아에서 앞으로도 技術用役 業務를 獲得하기 爲한 試金石이라고 하겠다.

本用役 業務에 從事한 各分野別 專門家 16名이 言語, 風習을 달리하는 인도네시아에서 用役業務 開拓을 爲한 試驗臺에 올려 있음을 自覺하고 이나라 技術者와의 和協을 꾀하면서 各各 맡은 分野에서 形言할수 없는 努力을 傾注하여 事業管理人 指導下에 成功裡에 設計業務를 마친것을 이 紙面을 빌어 謝意를 表하는 바이다. 또한 本技術用役이 인도네시아 발리地區 農業開發事業 24,600ha, 테룩라다 農業開發事業(2段階) 25,100ha의 妥當性調査 및 細部設計의 2個 用役業務를 追加하여 獲得하게된 土臺가 되어 農業振興公社의 技術用役 伸張에 더욱 寄與하게 된것을 多幸으로 생각하는 바이다.