

# 새로이 부상하고 있는 인도네시아 까리안 댐 개발사업

## The Karian Dam Development Project in Indonesia

유 강 근\*  
Yoo, Kang-Keun

### 1. 사업 배경

인도네시아 국토 면적은 190만 km<sup>2</sup>로 한반도의 9배정도이며, 17,000여 개의 섬으로 이루어진 도서 국으로, 자바, 칼리만탄, 슬라웨시, 이리안 자야 등의 주요 섬으로 구성되어 있다.

인도네시아의 현재(2000년) 인구는 208백만이며, 현재 인구증가율은 감소하는 추세이다. 향후에도 1.66%의 인구증가율은 유지되어, 2020년경 인구는 280백만으로 증가할 전망이다. 특히 대도시는 도시화와 산업화의 급속한 진행으로 농촌지역에 비해 인구증가 현상이 심화되고 있다. 일례로, 1995년도에는 전체 인구의 38% 정도가 도시지역에 거주하고 있었으나, 도시지역으로의 인구유입 상승으로, 도시지역의 인구증가율은 5% 정도 유지하여, 2020년경에는 도시지역의 인구가 전체인구의 52%를 차지하게 될 것으로 전망된다.

현재 인도네시아 정부에서는 자카르타를 비롯한 대도시의 인구증가에 따른 생활 및 산업용수의 수요도 대폭 증가할 것으로 전망하고 있다.

인도네시아의 강우 특성은 연평균 2,500 mm 정도이며, 전체 강우량의 80%가 우기에 집중, 홍수피해를 입고 있으며, 건기에는 물 부족을 겪고, 건조지대인 Nusa Tenggara, Maluku 및 슬라웨시 일부분은 강우가 1,000 mm 이하이나, 다우지역인 이리안 자야, 자바, 수마트라는

5,000 mm 이상의 비가 내려 계절적, 지역적으로 편차가 크다.

인도네시아 전체 수자원 수요량은 2000년 현재 2,732 m<sup>3</sup>/s이며 이중 관개용수가 80% 이상을 차지하고 있다. 도시지역의 인구증가와 산업화로 2015년경의 전체 수자원 수요량은 20% 정도 늘어날 것으로 전망된다.

인도네시아의 수도, 자카르타가 위치한 자바섬의 면적은 인도네시아 전체면적의 7% 정도이나 전체인구의 절반이 넘는 59%가 거주하고 있어 사회, 경제적인 기능의 중추 역할을 담당하고 있다. 수자원 이용 현황도 2000년 현재 인도네시아 전체 수자원 수요량의 65%인, 1,777 m<sup>3</sup>를 차지하고 있다. 특히, 자바섬은 다른 섬에 비하여 경제의 발전속도가 매우 빨라 2015년경에는 도시화, 산업화로 생활, 산업용수 수요량이 2000년에 비해 40% 이상이 증가할 것으로 예상되어 더 많은 수자원 개발이 시급한 실정이다.

이에, 인도네시아 정부는 1989년, Jabotabek (DKI Jakarta(자카르타시의 특별행정구역), Bogor, Tangerang, Bekasi) 지역의 점증하는 인구유입, 도시화 및 산업화로 인하여 급격히 증가하고 있는 물 수요에 대처하기 위하여 향후 2015년까지 중장기 수자원 이용계획을 수립한 "Cisadane-Cimanuk 종합 수자원에 관한 조사 연구(BTA-155)"를 실시하였다. 위 연구조사(BTA-155) 결과의 일환으로 인도네시아 정부는

\*농업기반공사 농어촌환경개선처(kkyoo@karico.co.kr)

우선 물 수요가 가장 심각한 DKI Jakarta, Tangerang 지역 등 서부 Jabotabek 지역에 생활 및 산업용수, Serang 군 지역의 Ciujung 관개지구(22,988 ha)에 농업용수를 공급할 계획으로 일본 정부, JICA(Japan International Cooperation Agency)의 자금지원을 받아 "Ciujung-Cidurian 종합 수자원" 타당성 조사를 1991년에 시작하여 1995년에 완료하였다.

이 타당성조사에 의하면 Ciujung 강과 Cidurian 강 유역에 Karian, Pasir Kopo, Cilawang, Tanjung 댐 등 4개의 댐을 건설하여 이를 도수로로 연결하여 사업수혜지역에 생활 및 산업용수, 농업용수 등 총 39.9 m<sup>3</sup>/s 을 공급하는 계획(그림 1, 2 참조)을 제시하였다.

그러나, 인도네시아의 외환위기와 자금 지원국인 일본의 장기간 경기침체로 이러한 타당성 조사의 수자원개발 계획안이 사업으로 연계되지 못하였다. 이에 인도네시아 정부는 사업지역의 물 부족을 더 이상 방치할 수 없어 4개의 댐을 동시에 건설하는 방안 대신, 시급을 요하는 사업부터 순차적으로 시행할 계획으로 도수로 시점 부에

위치하고 저수용량이 가장 큰 까리안(Karian)댐과 도수로 1단계 구간인 Karian 댐- Parung-Panjang 정수장 구간을 우선 착공할 목적으로, 그 전 단계인 타당성 조사 및 실시 설계 사업을 계획하게 되었다.

## 2. 사업 목적

까리안 댐 개발사업은 사업대상지역에 농업용수, 생활 및 산업용수를 공급하기 위한 수자원개발을 목적으로 다목적 댐을 축조하는 것으로, 사업이 완료되면 다음과 같은 세부적인 목적을 달성할 수 있다.

- 생활용수 및 산업용수공급
  - 공급지역 : DKI Jakarta, Tangerang 지역
  - 공급용량 : 12.4 m<sup>3</sup>/s
  - 사업효과 : 물부족 해소 및 경제발전
- 농업용수 보충공급
  - 공급지역 : Serang군 Ciujung 관개지구
  - 수혜면적 : 22,988 ha
  - 공급용량 : 5.5m<sup>3</sup>/s

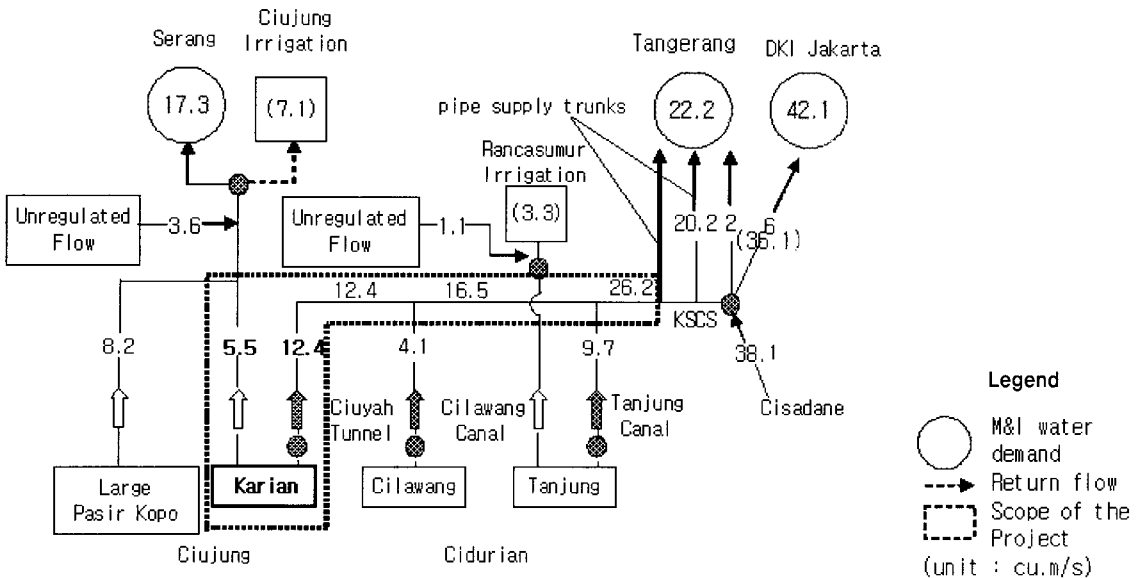


그림 1. 까리안 댐 개발사업 모식도

- 사업효과 : 안정적인 영농 및 농업생산량 증가

■ 홍수조절

- 수혜지역 : Ciujung 지역
- 사업효과 : 홍수로 인한 인명 및 재산피해 방지

3. 사업 지구

1995년 완료된 타당성조사의 대상지역은 9,489 km<sup>2</sup>이며, 북쪽으로는 Java 해, 남쪽으로는 해발 1,300~2,200 m의 산악지대, 동쪽으로는 Citarum 강, 서쪽으로는 Ciujung 강 및 Cidurian 강으로 경계를 이루고 있다(그림 2. 참조). 본 사업지구의 위치는 자바섬 반텐주

Serang 군 및 Tangerang 군, 경도 150° 48' ~ 107° 28', 위도 5° 50' ~ 7° 10' 위치하고 있다. Ciujung 강의 유역면적은 1,850 km<sup>2</sup>, 길이는 100 Km, 주요 지류는 Cisimeut 강(유역면적 458 km<sup>2</sup>) 및 Ciberang 강(유역면적 305 km<sup>2</sup>) 이다. 금번 까리안 댐 개발사업은 Ciberang 강을 막아 물을 저장 지키고, 이 댐과 Parungpanjang 정수장 구간의 도수로를 건설하는 사업이다. 도수로는 Karian 댐 - Serpong 정수장 까지 전체연장 47.2km 구간 중 금번 계획구간 연장은 36.5 km 이다. Karian 댐이 위치할 Ciberang 강 유역의 연평균 강우량은 3,498 mm, 연평균 유출량은 23.0 m<sup>3</sup>/s, 연평균 일 최소 유출량은 0.56~1.85 m<sup>3</sup>/s, 비유량(specific discharge)은 11.8 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> 이다.

표 1. 까리안 댐 관련 수리·수문 자료

하 천		연평균 강우량 (mm)	연평균 유출량 (m <sup>3</sup> /s)	비유량 (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	최소 일유출량 (m <sup>3</sup> /s)					비고	
하천명	지배유역 유역면적(km <sup>2</sup> )				'72	'77	'82	'83	'91		
Ciberang	Ciujung	288	3,498	23.0	11.8	0.56	1.85	0.80	1.05	1.17	

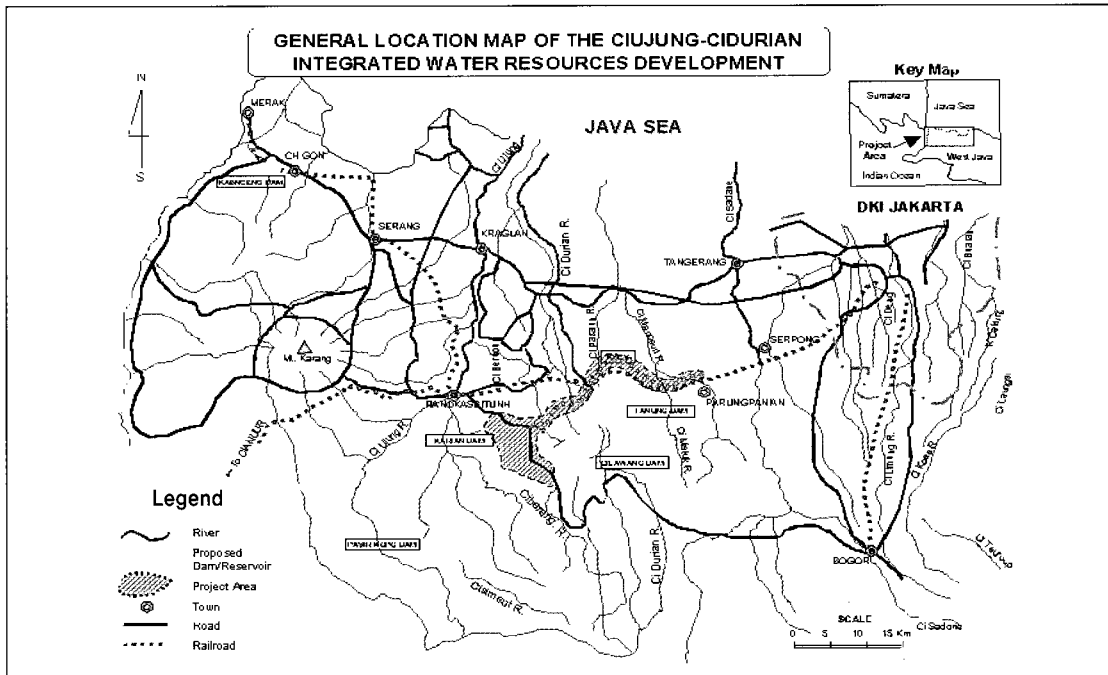


그림 2. 사업지구

### 4. 조사설계 내용

시행청인 인도네시아 주택·지역개발부 수자원청(DGWR)은 본 사업을 24개월에 걸쳐 3단계로 계획하고 있다. 연도별, 단계별 조사설계 내용은 다음과 같다.

#### 1. 1 단계 : 자료 수집, 분석 및 조사 (1차년도)

- 조사설계 계획수립
- 관련자료 검토
  - 찌우중강 유역 수자원 및 수문 자료 검토
  - Karian-Serpong 도수로 노선 검토
  - 댐 형식 및 단면 검토
  - 도수로 단면 검토
- 용지매수 부지 및 이주가옥 조사
  - 수몰지 및 도수로 부지 이주가옥 조사
  - 용지매수부지 면적조사
- 이주민 이주계획(안) 수립

1995년 완료된 타당성 조사 보고서를 보면, 까리안 댐 형식은 사력댐으로, 댐의 최대 높이는

60.5m, 최대 유효저수량은 2.2m<sup>3</sup>, 수몰면적은 1,740 ha이며, 방류방식은 래디얼게이트, 방류량은 2,670m<sup>3</sup>/s, 여수로 길이는 50 m, 홍수조절량은 33.5백만 m<sup>3</sup>이다. 타당성 보고서에 의한 까리안 댐 및 방류시설 자료를 정리하면 다음 표 2.와 같다.

#### 2. 2 단계 : 현장조사 및 측량 (2차년도)

- 일반현황 조사
  - 지형 및 지질조사
  - 건설재료 및 축제재료조사
  - 사업지역 항공사진 지도제작
  - 찌우중강 유출량 조사 및 분석
  - 찌우중강 유역의 수자원조사 및 수문 분석

#### ■ 현황측량 및 조사

- 까리안댐 : 1,740 ha
- KSCS I 도수로 : 137 ha

#### ■ 수리모형시험 실시

#### 3. 3 단계 : 세부설계 (2차년도)

- 까리안 댐 및 도수로 계획
- 수리구조물 구조 및 능력검토

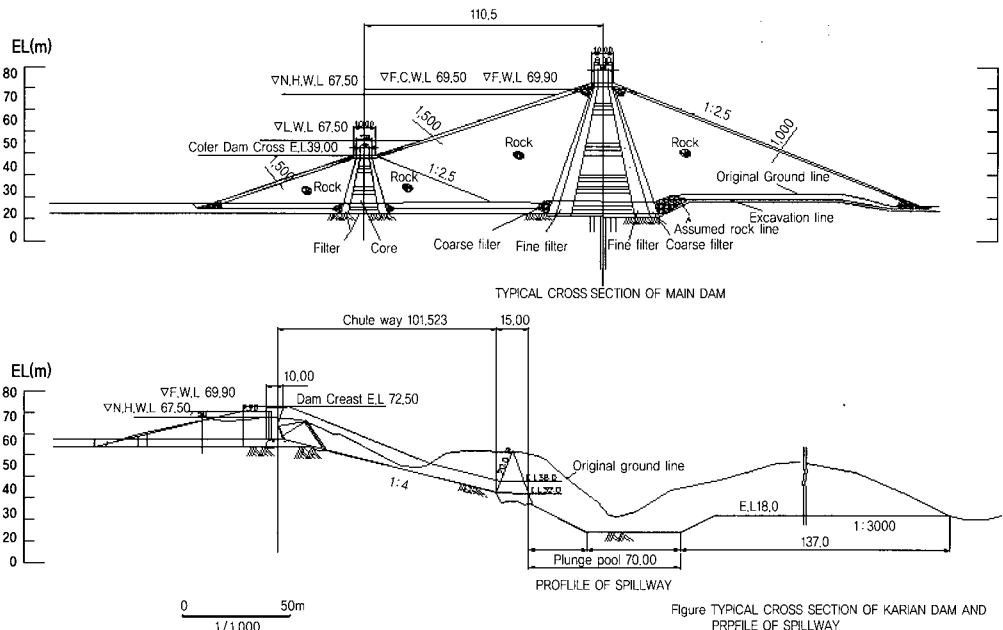


그림 3. 까리안 댐 표준단면

표 2. Karian 댐 및 방류시설 제원

Karian 댐 및 방류시설 제원	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유역면적 : 288 km<sup>2</sup></li> <li>• 댐 형식 : 사력댐</li> <li>• 제 정 고 : E.L 72.5 m</li> <li>• 홍 수 위 : E.L 69.9 m</li> <li>• 평 수 위 : E.L 67.5 m</li> <li>• 저 수 위 : E.L 46.0 m</li> <li>• 최대 댐높이 : 60.5 m</li> <li>• 수 물 면 적 : 1,740 ha</li> <li>• 유효 저수량 : 219.0백만 m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 축재 재료량 : 1.23백만 m<sup>3</sup></li> <li>• 홍수 조절량 : 33.5백만 m<sup>3</sup></li> <li>• 방류시설                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 형식 : Radial gate</li> <li>- 규격 : B x H = 12.5m x 12.5m(2련)</li> <li>- 방류량 : 2,670m<sup>3</sup>/s</li> </ul> </li> <li>• 여수로길이 : 50 m</li> </ul>

- 구조물 설계
- 입찰서류 작성
- 시설물 유지관리(O & M) 보고서 작성
- 착공계획수립
- 공사비 산정
- 계획보고서 작성
- 환경영향평가 및 이주계획수립

은 콘크리트 개거식으로 계획하고 있다.

까리안 댐 및 Parungpanjang 정수장간 도수로의 최대 도수용량은 12.4 m<sup>3</sup>/s, 길이는 36.5 km, 도수방식은 중력식 오픈채널, 재료 및 형식

표 3. Karian--Parungpanjang 도수로 제원

Karian--Parungpanjang 도수로 제원
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도수방식 : 중력식 오픈채널</li> <li>• 도수용량 : 12.4 m<sup>3</sup>/s (최대)</li> <li>• 로선선정 : E.L 30~60 m의 낮은 지대</li> <li>• 규격 : B x H = 4.85 m x 3.05 m</li> <li>• 길 이 : L = 36.5 km</li> <li>• 형식 : 콘크리트 개거식</li> </ul>

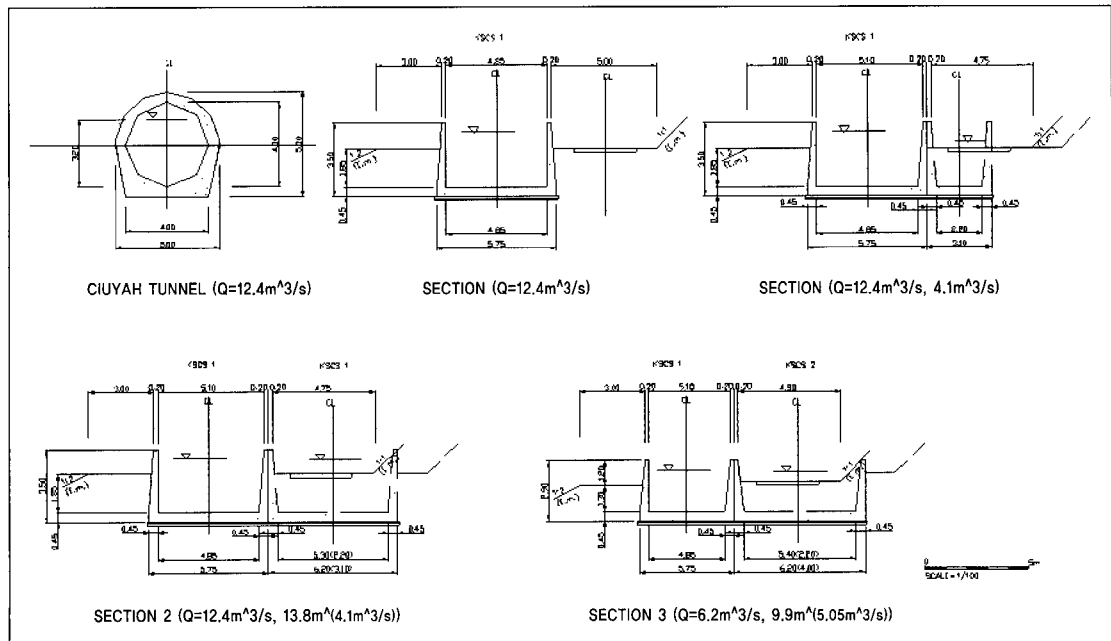


그림 4. 도수로 표준단면

### 5. 기술용역

본 조사설계를 수행할 용역단은 국제 전문가와 인도네시아 현지 전문가로 구성되며, 전문가별 용역물량 및 투입일정은 아직 미정이나, 국제전문가의 용역물량은 전체의 40% 정도가 될 전망이다. 사업을 총괄할 용역단 단장은 수자원/관개 분야 국제전문가가 담당하며, 주요 국제전문가로는 수리/수문, 지진탐사, 댐 및 터널, 도수로설계 전문가, 기타 입찰서류 작성 전문가 등으로 구성되며, 인도네시아 현지 전문가는 댐 및 터널, 도수로 설계 전문가 외 10개 분야 전문가로 구성될 계획이다.

### 6. 맺는말

까리안(Karian) 댐 개발사업은 Serang 군

Ciujung 관개지구에 농업용수를 공급하여 안정적인 영농에 기여할 뿐 아니라 서부 Jabotabek 지역에 생활용수 및 산업용수를 공급하여 부족한 식수를 공급하고 다양한 산업을 활성화 시켜, 사업 수혜지역의 소득증대 및 경제성장에 기여할 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 인도네시아 도시 지역의 중상류 층은 상수도 시설을 이용하여 식수를 안정적으로 공급받고 있으나 다수의 중하류 층은 그렇지 못한 실정이다. 따라서 금번 사업의 성공적인 수행은 서부 Jabotabek 지역의 물부족을 겪는 주민들에게는 숙원 사업이며, 아울러 인도네시아 정부가 1995년 계획하고 있는 "Ciujung-Cidurian 종합 수자원" 개발계획의 성공의 중요한 지표가 되며, 나아가 1989년 수립한, 2015년까지 중장기 "Cisadane-Cimanuk 종합 수자원에 관한 조사연구(BTA-155)" 실현의 첫발을 내딛는 중요한 사업이 될 것이다.

표 3. 용역단 구성

구 분	전 문 가	임 무
국 제	용역단장(수자원/관개) 수리/수문 지진탐사 설계 (댐, 터널) 설계 (도수로) 입찰서류 전문가	사업총괄 및 수자원/관개 분야 검토 및 설계 홍수량 산정 및 수리 시설물 수리계산 댐 지반 지진탐사 및 댐 내진 설계 댐 및 터널 설계 도수로 설계 입찰서류 작성
현 지	지 질 지 반 수 리 구 조 설 계 (댐 및 터널, 도수로) 금속전문가 교량전문가 수리모형 시험 전문가 시공계획 공사비 산정 환 경	수물지 및 사업지역 지질조사 댐체 기초지반 및 도수로 구조물 지반조사 수리구조물 설계 구조물 역학계산 댐, 터널 도수로 설계 Still 구조물 설계 교량 설계 수리 모형제작 및 실험 시공계획 수립 및 검토 공사비 적산 및 검토 환경영향평가서 작성 및 검토