

유바리슈바로댐에 대해 RCD 공법의 시공 및 품질관리

국토 교통성 홋카이도 개발국 삿포로 개발 건설부
유바리 슈바로댐 종합 건설 사업소
후루이치 유이치(소장), 타카하시 타카히로(인연(테)츠츠미 반장)

I. 사업 개요

1. 유바리슈바로댐의 위치



<홋카이도 유바리시>

- 기존 오유바리 댐 직하류에 신규댐을 건설하는 재개발 사업
- 국토 교통성, 농림 수산성, 이시카리 동부 광역수도 기업단, 홋카이도시의 공동 사업



2. 유바리슈바로댐의 목적

- 홍수 조절
- 유수의 정상적인 기능 유지
- 감개 용수공급
- 수도 용수공급
- 발전

3. 신·구 댐의 주요 제원

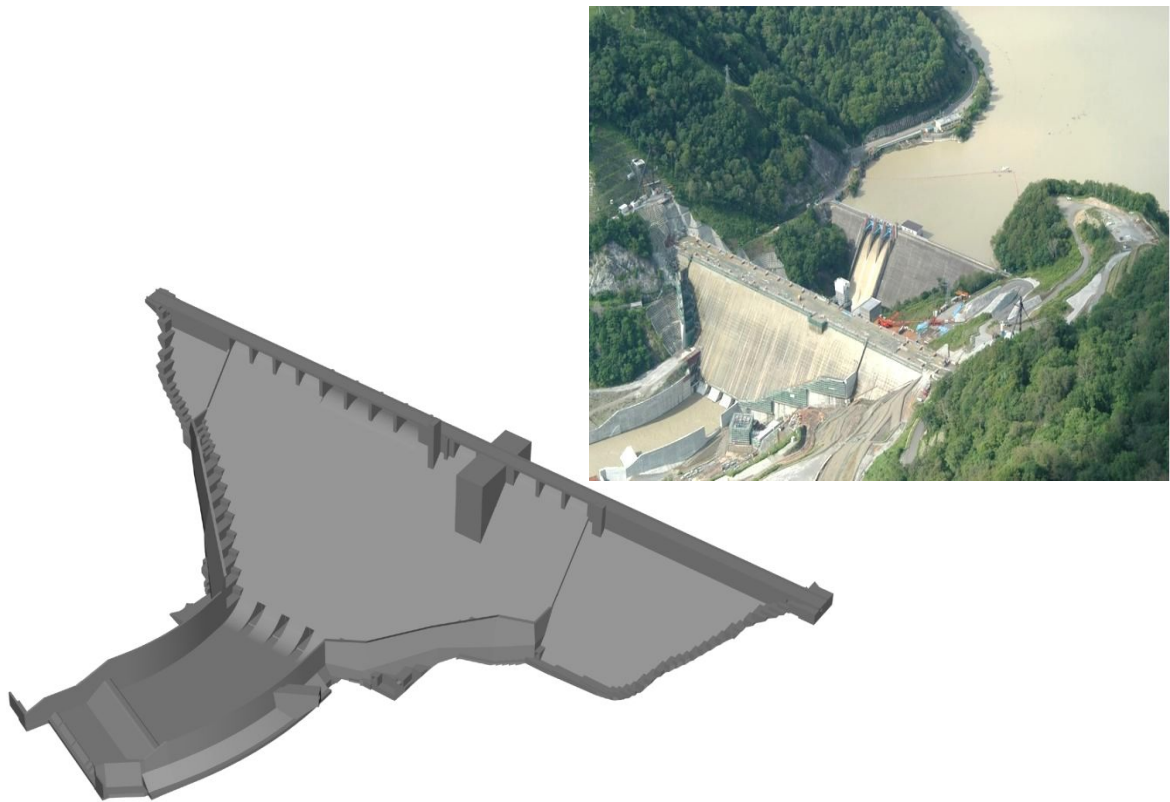
	오유바리 댐	유바리슈바로댐	비고
형식	중력식 콘크리트 댐	중력식 콘크리트 댐	
제고	67.5m	110.6m	43.1m 부피 증가
제방 체적	200,000m ³	940,000m ³	4. 7 배
제체길이	251.7m	390.0m	1. 5 배
담수면적	4.75km ²	15.0km ²	3. 2 배
총저수 용량	87,200천m ²	427,000천m ²	4. 9 배
유효 저수 용량	80,500천m ³	367,000천m ³	4. 6 배

- 저수용량 : 일본 내 4번째
- 담수면적 : 일본 내 2번째

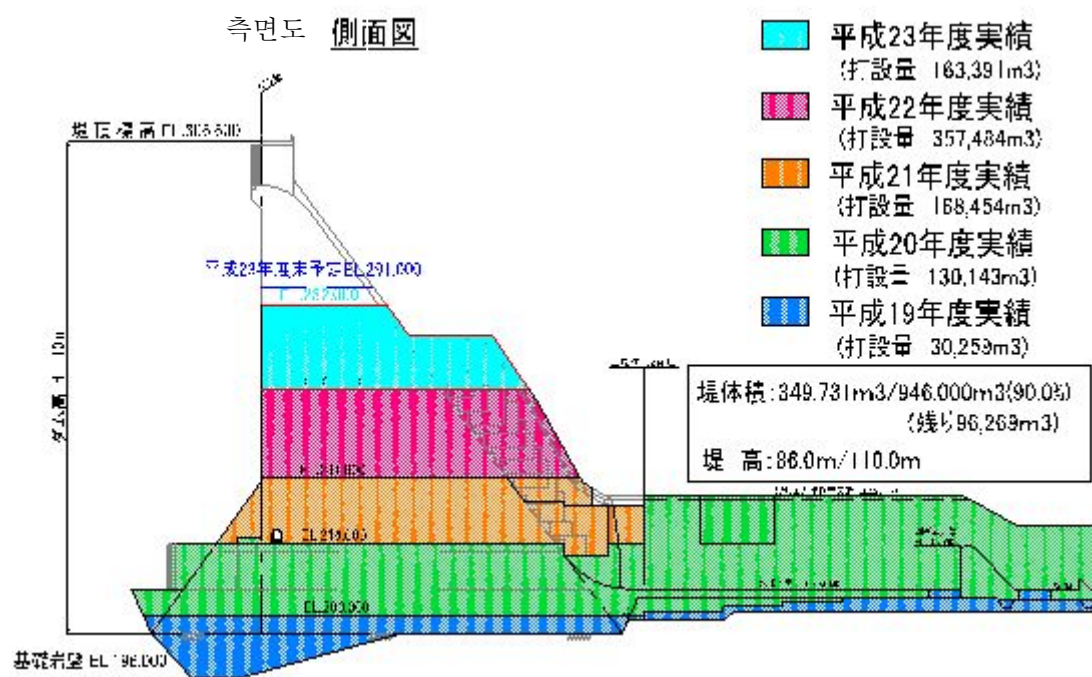
4. 계획 평면도



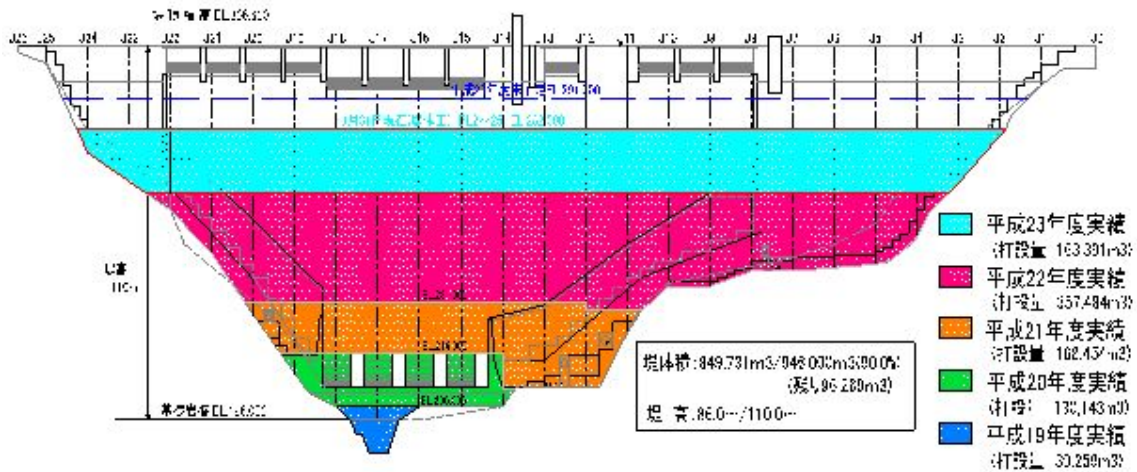
5. 유بار리슈바로댐 전체도



◎ 공정관리도



- 타설진척율 90%



II. RCD 콘크리트의 배합 설계

1. RCD 콘크리트의 배합 조건 및 목표 성능

1.1 RCD 콘크리트의 배합 조건

	골재의 최대 치수 (mm)	VC값(sec) 슬럼프치(cm)	잔골재율 s/a (%)	단위시멘트량 (C+F) (kg/m³)
RCD	80	20±10	32	130
ELCM	150	4±1	25	160

1.2 RCD 콘크리트의 목표 성능

성능 항목	목표 성능
밀도	설계 밀도 2.3t/m³ 이상
압축 강도	표준공시체 $\sigma_{91} = 13.3\text{N/mm}^2$ 이상
	표준공시체장기재령 20.5N/mm² 이상 (지진동 대응)
	채취 코어 $\sigma_{91} = 13.3\text{N/mm}^2$ 이상
균질성	코어 외관평가 2점 이하인 면적이 연속하지 않아야 함

2. 현지 시험시공의 목적과 품질평가방법

2.1 시험시공의 목적

(1) 시방배합의 확인

- 실제로 사용하는 골재를 이용해 잔골재율 단위 수량을 확인

(2) 시공 사양의 확립

- 초지연제첨가량
- 전압회수
- 마무리전압사양
- 덤프 트럭 노선연장 시간 등

2.2 시험시공 품질평가방법

(1) 시험면의 평가

- VC치 경시 변화
- 침하량
- RI밀도
- 브리징, 웨이빙의 유무

(2) 채취 코어에 의한 평가




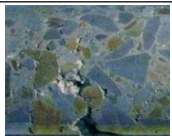

- 코어 외관 평가
- 단위 체적 중량
- 압축 강도

3. 코어 외관 평가

3.1 시험면으로부터 $\phi 20$ cm의 코어를 채취해, 외관을 평가

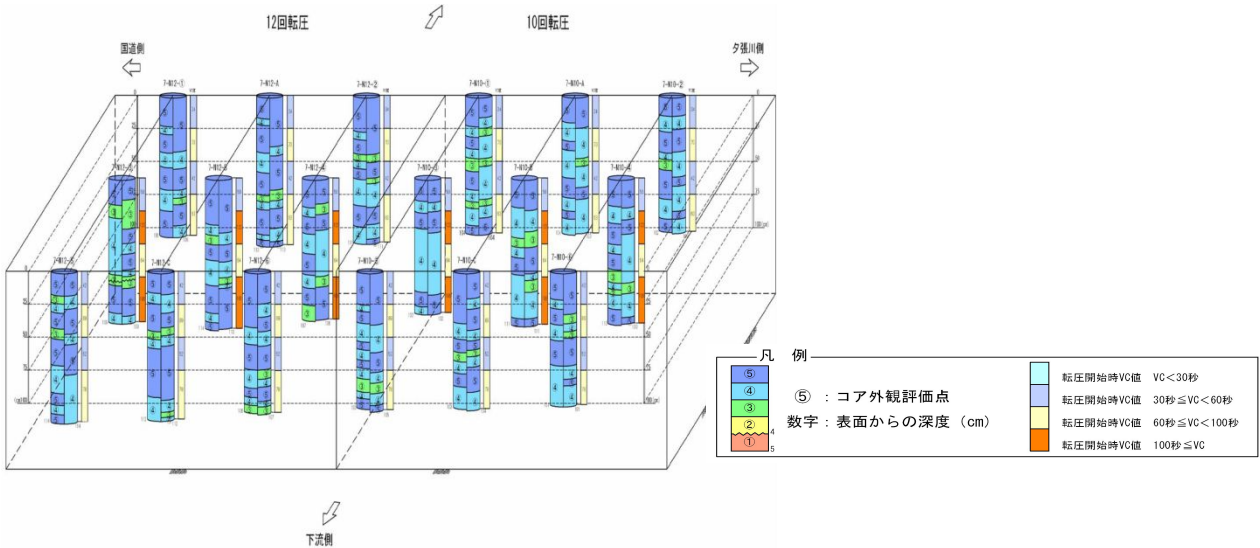
(1) 코어 평가 기준

<코어 외관 평가 기준>

코어의 외관					
	모르타르가 골재간에 공극 없이 표면이 치밀함	표면에 약간의 공극이 발생	표면에 공극과 모르타르 탈락이 발생	모르타르의 손상이 있고 마치 과자와 같은 표면상태	골재가 뿔뿔이 흩어진 부분 모르타르가 크게 결손 코어가 분리
평가점	양호 5	보통 4	약간 불량 3	불량 2	지극히 불량 1

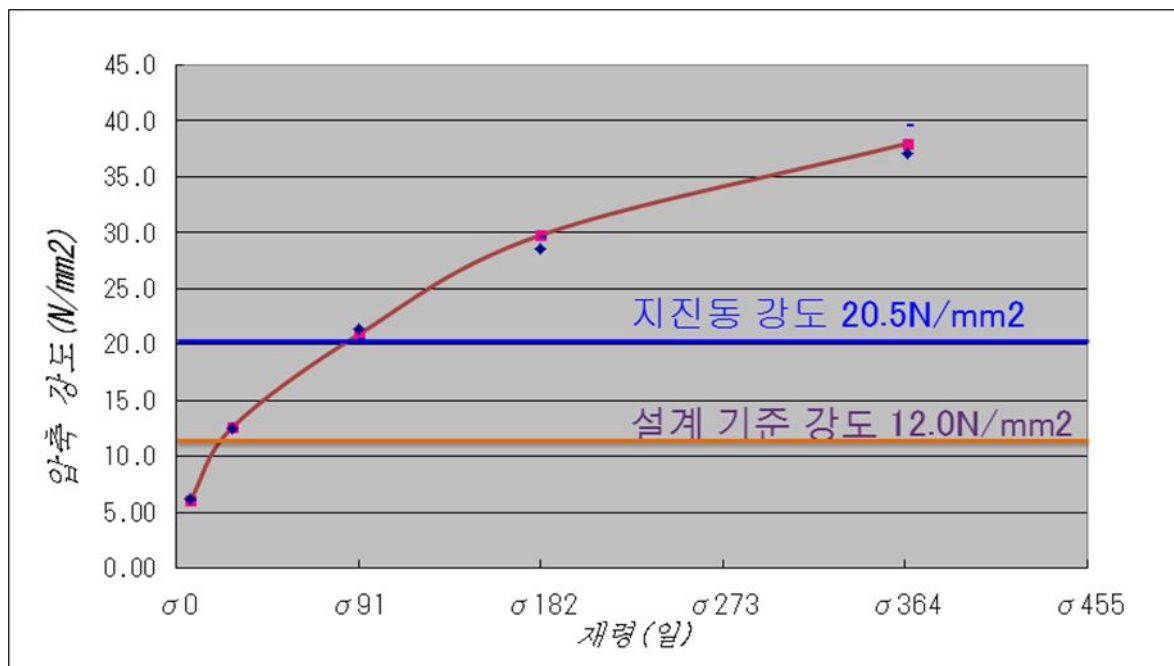
4. 코아 외관 평가의 정리 방법

4.1 평균점 2점 이하 불량 코어의 면적의 연속성을 평가



5. 압축 강도 시험 결과(본 시공) RCD B1배합

- 재령 91일에 지진동 강도(20.5N/mm²)를 만족
- 재령 364일에 91일의 강도인 1.8배의 37 N/mm²에 이르렀다.



Ⅲ. 시공 설비

1. 가설비의 배치



2. 골재 저장 : 8,000t



3. 콘크리트 제조 설비 : 300m³/hr



IV. 콘크리트 운반

1. 콘크리트 운반 방법(RCD)

명칭		규격·사양
덤프 직송		10t~20t급
케이블 크레인	고정식	6.5t~28t급
	주행식	
	궤도식	
타워 크레인	주행식	9.5t,13.5t,21.0t급
	고정식	최대 반경 75m
잉클라인		3.0m ³ ~9.0m ³

<유بار리 슈바로맹의 운반 설비>



콘크리트 운반차량 20 t덤프 트럭 6m³×5대

2. 사이클 타임

(2011/09현재)



V. 콘크리트 재료 관리

1. 골재 오투입 방지 시스템의 목적

- 다양한 골재를 소정의 저장 빈에 따로 저장(품질 향상)
- 골재의 저장 작업 효율화(효율향상)



골재 실기



운반·하차



저장 설비

2. 골재 오투입 방지 시스템 개요

- 덤프 트럭, 타이어 삽에의 지시를 자동화
- 저장 설비의 조작을 자동화
- RFID(비접촉식 전자적 정보교환 시스템)를 이용한 골재 운반 관리 시스템의 개발

IC 태그



IC 태그와 통신설비



3. IC 태그를 이용한 골재 운반 시스템 재료적입

① 재료적입



② 골재 제조 설비 출발



④ 골재 투입 게이트 배분



⑤ 골재 투입 확인

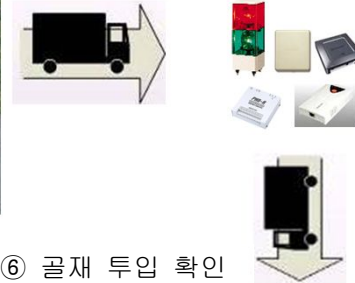


골재 저장 설비
배분 게이트로 정지



골재 투입 확인
게이트에서 대기

※자동 제어
게이트 개방·BC의 변환



⑥ 골재 투입 확인



4. 시스템 도입의 효과

- 골재의 오투입은 발생하고 있지 않음
- 운반 저장의 효율이 6.8% 향상
- 덤프 대기시간이 감소해, CO2의 저감에 공헌

사이클 타임	주행 시간① (석산→CP)	적입시간 (CP) ②	주행 시간③ (CP→저장빈)	투입 시간 (저장빈) ④	1 사이클 소요 시간 ①+②+③+④
시스템 도입 후	761	182	720	88	1,751
당초 계획	755	212	755	157	1,879
효과	0.8%	-14.1%	-4.7%	-44.1%	-6.8%

VI. 외부 콘크리트의 품질 확보

1. 재 진동 가능 한계 시간의 측정

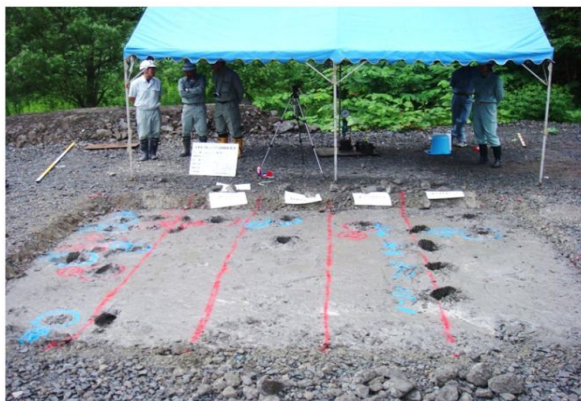
- 외부 콘크리트의 콜드 조인트를 방지
- 관입시험 저항 값으로부터 재 진동 가능 한계 시간을 파악
- 상기보다 적절한 초지연제 첨가량을 결정



<프록터 관입시험>

2. 재 진동 가능 한계시의 관입시험 저항값 측정(유슬럼프 콘크리트)

- 30분 마다 다짐과 프록터 관입시험을 반복, 관입시험 저항값을 측정



다짐 시험

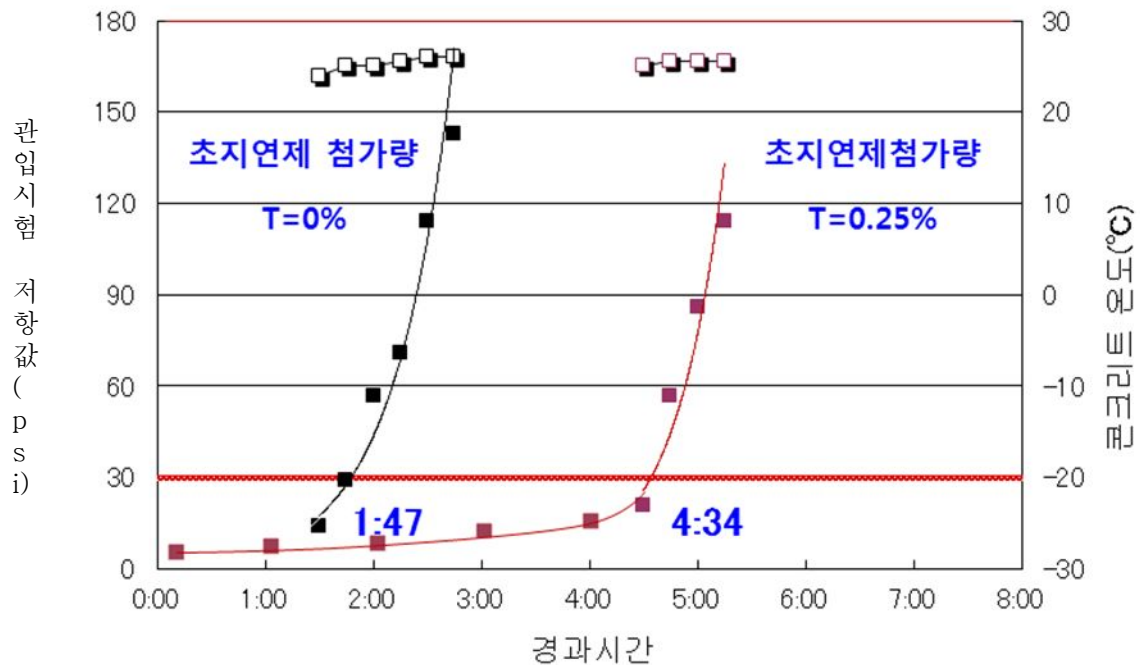


프록터 관입시험

재진동 가능 한계시의 관입시험 저항값=30psi

3. 초지연제별 재진동 가능 한계 시간의 변화

- 계획 최대타설시간을 만족하기 위해 시험의해 구해지는 최소한의 초지연제를 첨가
- 특히 바깥 공기온도와 콘크리트 온도차이가 큰 하계에는 주의 필요



VII. 콘크리트 보양

1. 월동 보양



상류면에서 바라본 댐 사이트 전경



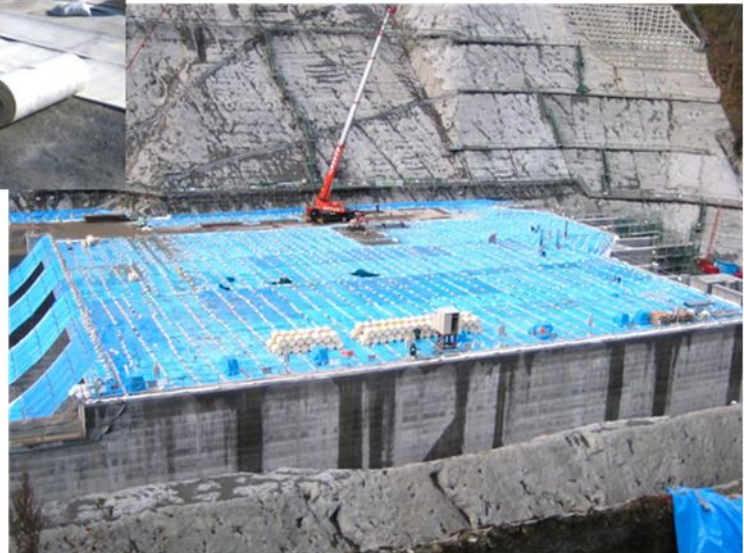
하류면에서 바라본 댐 사이트 전경

2. 월동 보양 본체천단



단열 매트 설치
 $t=10\sim30\text{mm}$

단열 매트+시트 설치 완료



3. 월동보양 시공상황



하류면 시공 상황
단열 매트 $t=10\text{mm}$ + 시트



수직면 시공 상황

4. 본체 천단 월동시 콘크리트 온도

