

## (VI-12)

## ラオスにおけるダム施工

～提体コンクリートの配合検討～

(株)間組 技術設計第二部 陣門 謙一

○小林 貞之

佐々木 淳

## 1. 概 要

本ナムソン・タイ・パ・ジョーン・プロジェクトサイトは、ラオス人民民主主義共和国の首都ビエンティーンより130km北方に位置するラオス最大のナムグムダム貯水池西端に位置する。

当プロジェクトの目的は、既設ナムグムダム(1971年竣工)発電所の発電容量の増加を図るもので、貯水池近傍を流れるナムソン川を堰止め最大で210t/sの流量を人工開水路により貯水池に転流するものである。図-1に位置図、図-2に計画概要図を示す。

本稿は、スペックに記載される要求品質を満たすための配合検討について報告するものである。

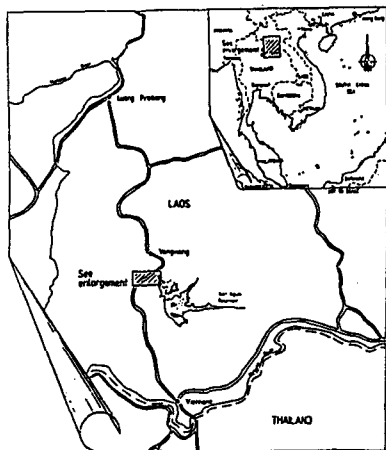


図-1 プロジェクト位置図

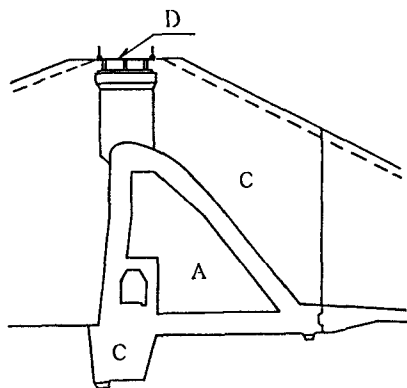


図-3 配合区分

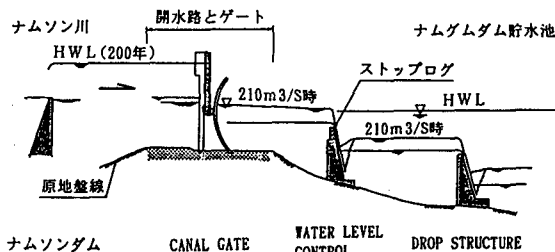


図-2 計画概要図

## 2. ダム諸元

## 2-1 ダム諸元

ダム諸元を表-1に示す。

表-1 ナムソングダム諸元

| ダム  | 形 式   | 複合ダム<br>・越流部重力式コンクリート<br>・左右岸アース |
|-----|-------|----------------------------------|
|     | 提 高   | H = 22m                          |
|     | 提 頂 長 | L = 180m                         |
|     | 提 体 積 | V = 66,000m³                     |
| 開水路 | 水路延長  | L = 2.5km                        |
|     | 水路底幅  | B = 15.0m                        |
|     | 水路勾配  | i = 0.04%                        |

## 3. 配合区分とスペック

## 3-1 配合区分

本スペックに記載される配合区分と各配合別コンクリート打設量を図-3、表-2に示す。

表-2 コンクリートの配合区分と計画打設量

| ク ラ ス          | A                                     | B     | C      | D    |
|----------------|---------------------------------------|-------|--------|------|
| 設計基準強度(MPa)    | 20                                    | 20    | 30     | 40   |
| 最大粗骨材寸法(mm)    | 63                                    | 38    | 38     | 20   |
| 最大セメント量(kg/m³) | 300                                   | 350   | 375    | 450  |
| 最小セメント量(kg/m³) | 180                                   | 250   | 330    | —    |
| 最大水セメント比(%)    | 55                                    | 70    | 50     | 47   |
| ス ラ ンプ (mm)    | 5~10                                  | 8~14  | 6~10   | 6~10 |
| 空 気 量 (%)      | 3~6                                   | —     | 3~6    | —    |
| 計画打設量(m³)      | 5,330                                 | 1,288 | 57,777 | 104  |
| 配合比率 (%)       | 8                                     | 2     | 88     | 0.2  |
| セメントの種類        | TYPE I (ASTM or BS)<br>: 普通ポルトランドセメント |       |        |      |

3-2 温度規制

表-3に単位セメント量と打込み温度規制値の関係を示す。

表-3 コンクリート打込み温度

| セメント量(kg/m <sup>3</sup> ) | 打込み温度(℃) |
|---------------------------|----------|
| < 300                     | 32       |
| 300~320                   | 30       |
| 320~340                   | 28       |
| 340~360                   | 25       |

3-3 スペックの問題点

表-2に示すように外部コンクリートであるクラスC配合が全体の約90%を占めるが、このクラスCの規定が以下の点により非常に厳しいものとなっている。

- ①強度管理材令が28日であり、しかも28日圧縮強度が $\sigma_{28}=30\text{MPa}$ と提高(H=22m)から考えて非常に大きいこと。
- ②最小セメント量の規定があり、自ずと28℃以下という厳しい温度規制を受ける(亜熱帯地域であるため乾期の日中の平均気温は33~35℃となる)。
- ③スランプも外部コンクリートの一般値3~5cmに比して大きい。
- ④凍結融解の環境下でないにもかかわらず、AIR量=3~6%の規制を受けている。

また、目標強度の算定式がスペックでは以下の様に定義されている。

$$\sigma_{ek} \leq \sigma_m - k \cdot s \quad (\text{スランプ数}N=6\text{の時、}k=1.86) \\ \leq \sigma_m - 1.86 \times s$$

ここで、 $\sigma_{ek}$ ：設計基準強度

$\sigma_m$ ：目標強度(試験平均値)

$s$ ：標準偏差

- ⑤標準偏差 $s$ の算定方法が、1バッチから1本の供試体を採用し、6バッチからの6本より標準偏差 $s$ を算定するように定義されている。

試験練り当初に設定した種々の配合を表-4に示す。

表-4 試験練り示方配合(スランプ $8 \pm 2\text{cm}$ 、AIR $=4 \pm 1\%$ )

|                                       | W/C | S/a | W                    | C   | S   | G2  | G3  | 混和剤(ml) |     |      |
|---------------------------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|---------|-----|------|
|                                       | (%) |     | (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |     | RW      | AE  | SP   |
| I                                     | 44  | 33  | 155                  | 352 | 602 | 624 | 617 | 1056    | 528 | —    |
| II                                    | 42  | 33  | 155                  | 369 | 597 | 620 | 613 | 1107    | 554 | —    |
| III                                   | 35  | 33  | 135                  | 386 | 610 | 632 | 625 | 1158    | 676 | —    |
| IV                                    | 33  | 33  | 112                  | 339 | 652 | 675 | 668 | —       | 339 | 6780 |
| スランプ $5 \pm 2\text{cm}$ 、AIR $=1.5\%$ |     |     |                      |     |     |     |     |         |     |      |
| V                                     | 34  | 33  | 115                  | 288 | 697 | 689 | 684 | —       | —   | 5760 |

注)RW：減水剤、AE：AE剤、SP：流動化剤

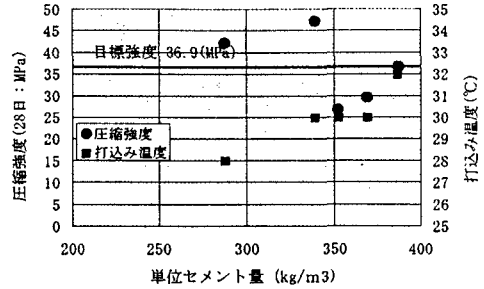


図-4 圧縮強度と打込み温度

表-4、図-4に示すように配合I~IIIでは、スペックの規定を満足することができず、流動化剤を使用することにより基準強度とセメント量の規定をクリアしたが、一般的なタムコンクリート配合から考えると単位セメント量が多く(C=339kg/m<sup>3</sup>)、温度応力や乾燥収縮等でも不利となる配合で、かつ高価なものとなった(配合IV)。

4. スペックの見直し

これよりコンサルトとの交渉により以下の項目変更の承認を得た。

- ①最小セメント量による規制は除く(流動化剤使用)。
- ②スランプは施工可能な範囲で最小値として良い。
- ③AIR量の規定は除く。
- ④標準偏差の算定には、1バッチから3本の供試体を採用し、その平均値を1バッチとして扱い、標準偏差の低下を図る。

5. まとめ

最終的には、流動化剤を効果的な範囲で最大限利用することにより極力セメント量を少なくし、スペックの範囲内で最も経済的な配合V(C=288kg)とした。打込み温度に関しても、クーユニットのみの対応でほぼ28~30℃の範囲内に抑えることができ、実施工では品質管理に細心の注意を払い、強度の変動を小さくするよう努めた。

打設に関しては、C配合の80%を配合Vで自走式スラッパコンパ7により行った。

現在は、品質的にも大きな問題もなく打設完了を目前にして鋭意施工中である。

最後に、当プロジェクトで海外と日本の品質管理補償に対する考え方の違いを痛感した。