

PSVI-6 二軸ミキサのダムコンクリートへの適用性について

○鹿島建設株式会社 正会員 田代 民治
 栃木県土木部砂防課 菅沼 裕
 鹿島建設株式会社 正会員 柴田 義之

1. はじめに

コンクリートダム合理化施工に関する研究開発が推進される中で、水和熱低減のためセメント量をできるだけ少なくし、所要のコンクリートの品質を確保するニーズは強い。栃木県東荒川ダムでは、このニーズに対応する可能性のあるミキサとして、市中生コンで使用され始めている可変速水平二軸ミキサを導入して実施工に共用するとともに、練りまぜ性能実験や実施工での能力・メンテナンス等のデータを収集し、ダムコンクリートの練りまぜにおける二軸ミキサの適用性を確認した。

2. ミキサの練りまぜ性能

使用したミキサは水、セメント、砂を一定時間高速攪はん(36rpm)した後、粗骨材を投入し中速(27rpm)で練りまぜを行うモルタル先練り型の可変速式ミキサである。ミキサの練りまぜ条件の影響については、練りまぜ時間、材料の投入順序、攪はん翼の回転速度を検討したが、当ミキサを用いた場合、材料の投入順序等の影響は少なく、材料の投入から排出まで60～80秒でダムコンクリートを十分に練りまぜる性能を有することが明らかになっている¹。

3. 二軸ミキサと傾胴型ミキサの練りまぜ性能の比較

二軸ミキサと傾胴型ミキサの練りまぜ性能を比較するため、当サイトに 1.5 m³ 傾胴型ミキサを据付けて、同じ材料を用い同一配合のコンクリートで各種比較実験を行なった。対象としたコンクリートは、重力式ダムの内部コンクリートである。

材令91日の圧縮強度のテストピースを各々6本採取して比較した結果を表-2に示す。強度の平均値をも分布で検定すると、

$$t_0 = 5.606 > t(10, 0.01) = 3.169$$

となり、1%の危険率で両者の平均値に差が認められ、二軸ミキサで練りまぜたコンクリートの方が、傾胴型ミキサで練りまぜたコンクリートより圧縮強度が大きいと推定された。

また同一バッチ内のバラツキに関しては、変動係数や90%の信頼区間での母集団の標準偏差から、二軸ミキサで練りまぜたコンクリートの方がバラツキが少ないと判断された。

ミキサの練りまぜ性能については、ミキサ排出時分離試験(JIS A 1119)を行なったが、二軸ミキサの方が傾胴型ミキサに比較して大幅に分離が少なかった。ブリージング量については二軸ミキサで練ったコンクリートの方が少なかった。その他、別途行ったフライアッシュ混入のコンクリートの品質では、二軸ミキサの方が圧縮強度は材令91日で14%大きく材令7日以降の強度増加率が大幅に大きい結果を得ている。

以上のことから、二軸ミキサで練りまぜたコンクリートは、傾胴型ミキサで練りまぜたコンクリートに比べ強度が大きく、バラツキの少ない、均質なコンクリートが練りまぜられていると考えられた。

表-1 コンクリート配合

種別	G _{max} (mm)	W/C (%)	S/a (%)	Slump (cm)	Air (%)	単位量 (kg m ⁻³)								備考
						W	C	S	G1	G2	G3	G4	Ad	
内部	150	64	27	4±1	4±1	102	160	550	452	404	304	455	0.4	Poz.No.8
外部	150	45.5	24	4±1	4±1	100	220	506	452	404	304	455	0.55	Poz.No.8

骨材：川砂利、川砂 セメント：中庸熟ポルトランド

表-2 ミキサ別91日圧縮強度結果

		2軸強制練 A (60秒練)	傾胴型 B (90秒練)
供試体数	N	6	6
平均値	$\bar{X}$	369.7 kgf/cm ²	289.7 kgf/cm ²
標準偏差	S	15.3 kgf/cm ²	28.0 kgf/cm ²
変動係数	S/ $\bar{X}$	4.1%	9.7%
95%の信頼度 での母集団の 平均値	μ	352.1 ~ 387.3 kgf/cm ²	257.5 ~ 321.9 kgf/cm ²
90%の信頼度 での母集団の 標準偏差	σ	11.3 ~ 35.0 kgf/cm ²	20.6 ~ 64.1 kgf/cm ²

注) 練りまぜ時間は二軸ミキサは材料投入開始から60秒、傾胴型ミキサは全材料投入から90秒

4. 打設コンクリートの圧縮強度

使用セメント、骨材の種類、プラントの計量精度、骨材の表面水管理手法等の各種条件が異なるので単純な比較ができないが、ダムコンクリートとしての品質は同等と思われる他の重力式コンクリートダムでの傾胴型ミキサで練り混ぜた内部コンクリート及び外部コンクリートについて、材令91日の圧縮強度データの平均値を月別に比較したものを図-1に示す。当ダムのコンクリートは、圧縮強度の大きいコンクリートが得られていると判断される。このように要求品質以上の強度のコンクリートが得られたため、当初の内部配合では単位セメント量は $160\text{kg}/\text{m}^3$ であったが、 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 減じて $150\text{kg}/\text{m}^3$ に変更し現在に至っている。

5. コンクリート製造能力の実績

当ダムは、9.5t軌索式ケーブルクレーンで打設しているため、 3m^3 バケットを使用している。このときの 1.5m^3 二軸ミキサでの練り混ぜ基本サイクルタイムは表-3のとおりであり、1サイクル $1.5\text{m}^3 \times 2$ 回 = 3.0m^3 で150秒を標準とし、公称能力は $72\text{m}^3/\text{h}$ となる。しかし、打込み場所による影響や運搬設備との組合せ効率等が加味された実績の平均時間当り練り混ぜ能力は、 $42\text{m}^3/\text{h}$ であった。 3m^3 バケットを使用している同規模の重力式ダムで公称能力 $90\text{m}^3/\text{h}$ の 1.5m^3 二基の傾胴型ミキサの実績は、時間当り $40\text{m}^3/\text{h}$ 前後であることから、 1.5m^3 二軸ミキサ1基で 1.5m^3 傾胴型ミキサ2基分に匹敵する練り混ぜ能力があると言える。

6. 維持補修・運転

二軸ミキサを導入した既設のダム工事では維持補修が問題となっており、当ダムでも導入当初より懸案事項の一つであった。したがって、このミキサの維持補修の実績を細かく把握するとともに、問題箇所をその都度改造し、維持補修費の低減を図った。その主要内容は、駆動方式を油圧として骨材のかみこみ時の衝撃緩和を図った点、排出ゲートの構造を工夫した点、ブレードの取付部を改造した点等が挙げられる。その結果、現在までの実績では、維持補修費は傾胴型ミキサ（ $1.5\text{m}^3 \times 2$ ）に比べて約1.3～1.5倍になり、運転費も二軸ミキサの方が若干高くなっている。しかし、プラント建屋の高さが低くなり設備費が低減できることや、コンクリートの品質の向上を考えると、トータルでは合理的な額となっている。

7. おわりに

以上、ダムコンクリートへの二軸ミキサの適用性に関し傾胴型ミキサとの練り混ぜ性能を比較するとともに、一年間にわたる実績を取りまとめた。その結果、二軸ミキサは①高品質のコンクリートの製造、②同容量の傾胴型ミキサに比べ倍の能力、③傾胴型ミキサに比べ維持補修面での遜色のないコストが得られ、総合的に考えると、今後の実用に十分耐え得るものと判断される。今後さらにダムコンクリートの品質向上を図るためには材料の計量、骨材の表面水測定など、バッチャープラント及び周辺設備についての改善が必要であらう。

（参考文献）¹⁾ 中原 康 他；実規模ミキサによるダムコンクリートの品質に対する各種練り混ぜ条件の影響，41回セメント技術大会講演要旨。（昭和62年5月）

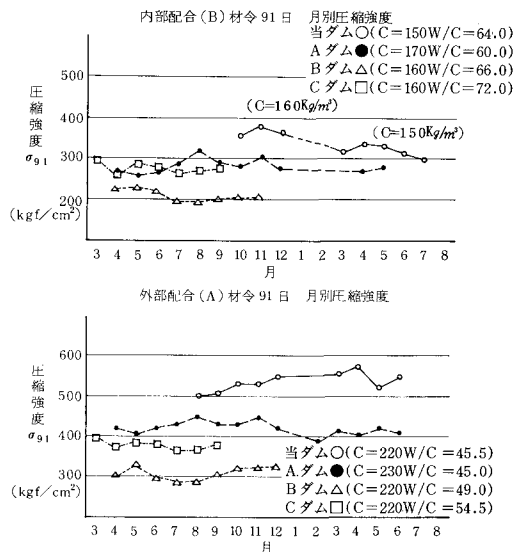


図-1 月別圧縮強度の重力式ダムとの比較

表-3 2軸強制練りミキサ・サイクルタイム表

動作	時間	40	80	120	160	200	240	280	300
材料計量	15	20	60	100	140	180	220	260	300
材料投入	15	30	60	90	120	150	180	210	240
1.5 m³ 練り混ぜ	15	30	60	90	120	150	180	210	240
1.5 m³ コンクリート排出	15	30	60	90	120	150	180	210	240
3.0 m³ コンクリート積込	15	30	60	90	120	150	180	210	240
時間当り混練量 (公称)	$Q = 3\text{ m}^3 \times \frac{3600}{150} = 72.0\text{ m}^3/\text{h}$								