

7. サンドスタビライザを使用した コンクリートのプレクーリング

本州四国連絡橋公団：坂本 光重

大成・間・佐藤・東洋・日本国土JV：田中 直隆・原崎 真

(株)北川鉄工所：白木 久・*永久 利夫

1. はじめに

コンクリートの温度上昇による温度ひび割れを防止するためのプレクーリング工法として開発された「サンドスタビライザによる砂のクーリングシステム」は、プレクーリング効果だけでなく、強度やスランプの安定した高品質なコンクリートの製造を可能にする工法として、斯界の注目を集めている。

この工法は、プレクーリング工法として一般的に採用されている練り混ぜ水の一部に氷を使用する方法と異なり、細骨材(砂)を冷却し、しかも砂の表面水率を安定させることによってコンクリート品質の向上を図ったものである。

明石海峡大橋の3P(淡路側)主塔基礎工事において、平成2年1月より特殊水中コンクリートの打設が開始され、6月初旬には本クーリングシステムを使用したコンクリートのプレクーリングが開始された。

写真-1に、本クーリングシステムを搭載したプラント台船「海神」によるコンクリートの打設風景を示す。



写真より、コンクリートプラント台船・3P側ケーソン・骨材台船

写真-1 「海神」によるコンクリートの打設風景

本報告は、「サンドスタビライザによる砂のクーリングシステム」の概要と、その効果について述べるものである。

2. サンドスタビライザによる

砂のクーリングシステムの概要

このシステムは、サンドスタビライザと呼ばれる遠心脱水機の内
に砂を入れ、チラー(冷水機)で造られた冷水を散水して砂を冷却しながら、同時に約200Gの遠心力を与えて冷水を振り切り、表面水率の一定した冷砂を造る方式である。図-1にサンドスタビライザの構造と、ドラムの断面図を示す。

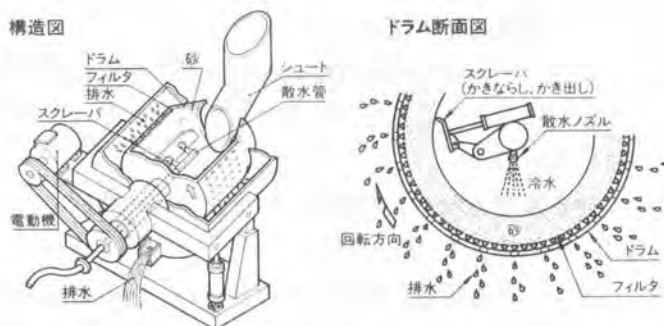


図-1 サンドスタビライザ

参考までにコンクリートのプレクーリング工法として、従来から使用されている方法を以下に示すと、

- ① 練り混ぜ水に冷水を使用する
- ② 練り混ぜ水の一部として水を使用する
- ③ 粗骨材に冷水を散水して冷却する
- ④ 骨材に冷風を吹き付けて冷却する
- ⑤ 骨材に液体窒素を噴入させて冷却する
- ⑥ 練り混ぜ中のコンクリートに液体窒素を噴入させて冷却する

などである。「砂に冷水を散水して冷却」する方法が今日まであまり採用されなかった理由として、一般に、砂に散水すると表面水率が不均一となり、コンクリート中の単位水量が変動してスランプや強度が変動しやすい。また、散水により砂の微粒分が流出しやすいことから、コンクリートの材料分離やブリージングが増加する。などが言われていた。

「サンドスタビライザによる砂のクーリング」は、これらの問題点を解決した全く新しいプレクーリング法であり、3～5℃の冷水を砂に散水することによって、暑中においても8～10℃の冷砂を製造でき、しかも砂の表面水率が安定しているため品質の安定したコンクリートの練り混ぜが可能となる。図-2にサンドスタビライザによる砂のクーリングフローを示す。

散水用の冷水は、高温度差冷却となるため2段冷却とし、泥水の冷却が可能なプレートチラーにて製造する。サンドスタビライザで遠心分離された排水は再冷却し、繰り返し（循環）使用する。

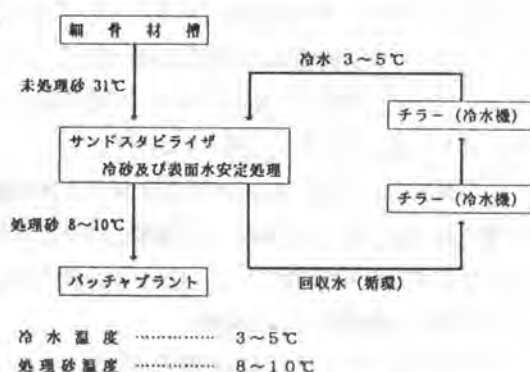


図-2 砂のクーリングフロー

3. 砂のクーリング性能試験結果

研報88-1（昭和63年、建設機械化研究所発行）にて報告された、サンドスタビライザの砂のクーリング性能試験結果を以下記述する。

機種は、SS-08（処理量：0.8m³/Batch、電動機：75KW）型である。

3.1 サンドスタビライザの冷却効果

図-3にサンドスタビライザの冷却効果を示す。

この図に示すように、3℃の冷水を砂に散水することによって30℃程度の砂を8℃まで冷却できる。

散水率（散水量/砂量）が高くなるに従い処理後の砂の温度は低下していくが、散水率が40%を上まわるあたりから散水率の増加による砂の冷却効果が薄れる。

図中の「散水回数2回」とは、砂のクーリング処理工程の間で冷水を2回に分けて散水する方式のことであるが、散水回数の違いによる処理後の砂の温度差はほと

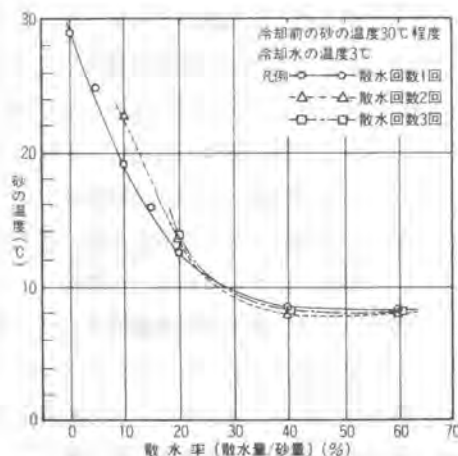


図-3 処理後の砂の温度と散水率の関係

んどなく、砂の冷却効果は散水率によって決定されることが判る。この方式は、砂の透水性が悪い場合に脱水を円滑に行う目的で採用する。

3.2 クーリング処理後の砂温度の経時変化

クーリングした砂を、発泡スチロール製容器に入れ上面を開放した状態で放置し、経時変化による温度上昇を調査した結果を、図-4に示す。

この調査は、処理された砂が実際に使用される場合ベルトコンベアなどで搬送され、しかも一時的に貯蔵される間の外気の影響による温度上昇分を予測するために行ったものである。処理後の砂が練り混ぜられるまでの所要時間が15分程度であれば、約2℃の温度上昇となる。

3.3 排水の循環使用の試験結果

サンドスタビライザで遠心分離された排水を再冷却し、循環使用した場合における排水のSS濃度の変化を、図-5に示す。

13バッチ程度のクーリング処理において、冷水槽のSS濃度と処理後の排水のSS濃度がほぼ等しくなり、しかも安定している。また、チラー内部の泥分付着も認められておらず、このことから排水の循環使用は可能と判断できる。

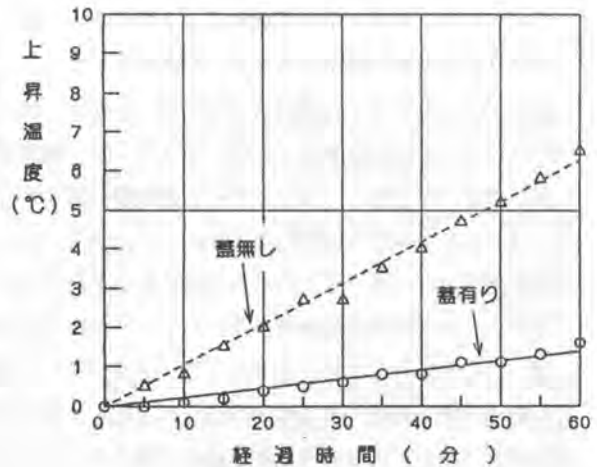


図-4 処理後の砂温度の経時変化

4. 3P主塔基礎特殊水中コンクリートの打設

4.1 コンクリートの打設概要

3P主塔基礎工事におけるコンクリートの練り上り温度は20℃以下と規定され、打設にはサンドスタビライザによる砂のクーリングシステムを搭載した「海神」が使用されている。

3P主塔基礎となる鋼製ケーソンは、直径78m、高さ62mであり、2重壁構造となっている。内側の直径54mの内核部には約10万㎡のコンクリートを12層に分けて打設し、1回当たり約9000㎡の打設量となる。外核部は16区画に分かれ、1区画約8000㎡を一括打設する。

4.2 「海神」のプレクーリング設備

「海神」では、砂の一次貯蔵槽からパッチャプラントに至る積込ライン上にサンドスタビライザが設置されており、コンクリートの製造能力に合致した能力で全量の砂を冷却している。

図-6にプレクーリング設備の概要を示す。

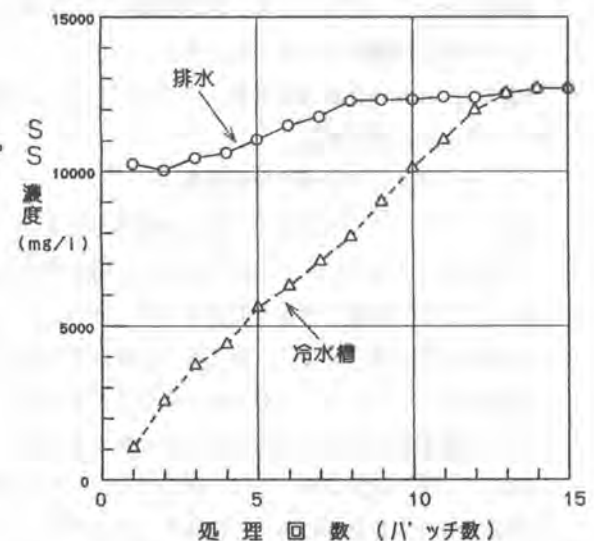


図-5 冷水槽と排水のSS濃度変化

「海神」には、砂のクーリング設備の他に、粗骨材および練り混ぜ水の冷却設備が搭載されており、気温や各材料の温度状況に応じて各設備を適宜組合せて運転している。粗骨材は、一次貯蔵槽の天井より8℃の冷水を約20時間散水して冷却する。

実験用貯蔵槽（φ1,2m×6m）では約10℃の冷却が可能であった。散水用冷水は、砂のクーリング同様循環使用する。

4・3 コンクリートの現場配合およびプレクーリング効果

図-7に特殊水中コンクリートの現場配合と材料温度の最大予測値を示す。（）内は各材料の冷却後の温度を示し、図の右端にはその材料の冷却によってプレクーリングした場合のコンクリートの練り上り温度の低減幅を算出して記載した。なお、

砂、粗骨材、練り混ぜ水の3種類をすべて冷却した場合の練り上り温度の計算値は16.7℃である。

4・4 コンクリートの打設結果

と品質状況

図-8に平成2年2月に打設した、第2回打設時のサンドスタビライザによる表面水率安定処理後の砂の表面水率と、その砂を使用したコンクリートの練り上りスランプフローの状況を示す。サンドスタビライザの効果が表われて、処理砂の表面水率およびスランプフローともに良く安定した。

プレクーリング後の練り上り温度は、前述の計算値とほぼ一致した結果を示し、品質の良好なコンクリートが得られた。

5. おわりに

サンドスタビライザを使用したプレクーリング工法は、プレクーリング効果と、さらに、単位水量の変動を抑えたコンクリート品質の安定化という2重の効果をもたらすことが、今回の工事で実証された。

コンクリートの耐久性確保と高品質化が唱えられる中で、今後増大すると予想されるマスコンクリート工事に、本工法が有力な手段として活用されることを期待する。

の ク リ ン グ 設 備	サンドスタビライザ		
	型式 × 基数	SS-24 × 2 基	
電動機	280kW × 2 基		
処理量	2.4 m ³ /Batch		
処理能力	120 m ³ /日		
散水用チラー	プレートチラー		
	型式	プレートチラー	
能力 × 基数	255,000kcal/日 × 4 基		
電動機	75kW × 4 基		
練り混ぜ水冷却設備	能力 × 基数	300,000kcal/日 × 2 基	
		750,000kcal/日 × 1 基	
粗骨材冷却設備	能力 × 基数	340,000kcal/日 × 4 基 (砂のクーリング用と兼用)	
		300,000kcal/日 × 2 基 (練り混ぜ水用と兼用)	

図-6 プレクーリング設備の概要

	配合 (kg/m ³)	温度 (℃)	比 熱	コンクリート温度の低減幅(℃)
粗骨材	1,006	31 → (22)	0.2	
細骨材(砂)	648	31 → (10)	0.2	
セメント	320	50	0.2	
特殊混和剤	2.3	31	0.2	
水	213	34 → (5)	1.0	
流動化剤	標準量	27	1.0	
AE減水剤	標準量	27	1.0	
コンクリート	2,189.3	33.8*	0.278	

図-7 特殊水中コンクリートの現場配合と材料温度

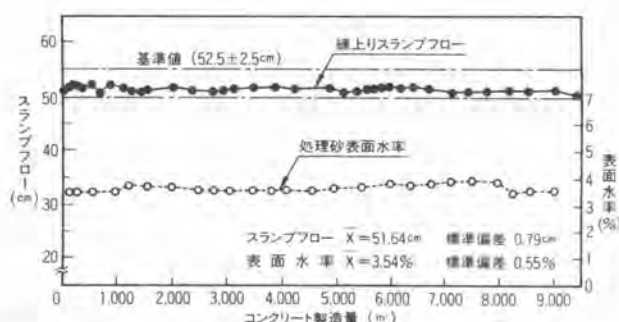


図-8 処理砂の表面水率および練り上りスランプフローの状況