

暑中コンクリート対策

遮熱塗料による生コンクリート温度変化及び抑制効果報告

要 旨

暑中環境下、輸送時における生コンクリートが外気温や日射等の影響により通常環境と比較し、温度上昇が大きくなる傾向に着目し、ドラム外装部への塗装条件をそれぞれ、遮熱塗装車(白色) A・遮熱塗装車(白色) B・一般塗装車(白色)・組合カラー(オレンジ色)とし、塗装条件による生コンクリート温度抑制効果を調査・分析し暑中時の生コンクリートの品質確保を目指す。

1. はじめに

暑中時は、コンクリート温度の上昇に伴いスランプロス・単位水量の増加や長期強度の低下、施工面においても、急激な水分の蒸発による温度ひび割れ・コールドジョイント等、施工性に大きな影響を及ぼす懸念があり、暑中時の温度抑制が極めて重要であると言えます。しかし、コンクリートの練り上がり温度を1℃下げる為にはその数倍のエネルギーが必要と言われ例えば、セメントでは8℃・水温で4℃・骨材で2℃冷却する必要があると有り、設備投資に加えコストもかかる為なかなか導入出来ないのが現状です。そこで比較的安価に導入でき、維持コストもかからない遮熱塗料をミキサー車のドラム外装部に塗装を施し、遮熱塗料の有効性を調査・分析した。

2. 調査概要

2-1 測定期間

計測期間は、2007年7月1日～2007年9月31日までの3ヶ月間測定を行った。

2-2 塗装条件

測定車両A: 遮熱塗装車(白色) ヒートブロック
測定車両B: 遮熱塗装車(白色) N社製
測定車両C: 一般塗装車(白色)
測定車両D: 組合カラー塗装車(オレンジ色)

遮熱塗装車を写真-1に示す。



写真-1 遮熱塗装車

2-3 測定方法・評価機器

測定は、事前に各種測定について講習を受けた運転手によって行った。

2-3-1 外気温測定

現場での測定条件統一が難しい為、当日・当時刻の外気温を直近の気象庁観測所(三島測候所)発表の1時間毎の温度を10分間隔で補間する事により、出荷時及び荷卸時の外気温とした。但し、現場での測定条件が著しく観測所発表の外気温と異なる事が予想できる場合(例 高地等)は、現場で測定した。

2-3-2 生コンクリート温度測定

測定機は、(株)佐藤計量器製作所の温度計PC9400を用い、出荷時はプラントよりミキサー車積み込み時に、20程度の容器に採取し、温度計の表示が安定するまで保持し、0.1℃単位で読み取った。
荷卸時は0.1程度排出後、出荷時と同じ手順で測定を行った。

2-3-3 ドラム表面温度測定

測定機は、(株)佐藤計量器製作所の放射温度計PC-8400 IIを用い、ドラム表面温度を低速で回転させ5点測定の後、平均値をドラム表面温度とした。

2-3-4 スランプ測定

JIS A 1101に準じて測定した。(試験室同行時のみ)

2-3-5 その他の諸条件

測定は、朝一・昼一出荷時の出荷時と荷卸時及び荷卸時間が30分を経過ごとに測定を行った。その他の記載事項として、配合・積載量・輸送時間・天候・風の有無を測定紙に記録した。

3.調査・分析結果

全測定個数は158個で、これらのデータを元に下記の条件に沿って調査・分析した。

外気温：外気温による影響が一番大きいものと考え、天候区分『晴れ』のみとした。
輸送時間：輸送時間平均値が34分であった事より、±15分を集計範囲とした。
積載量：4.0～5.0以内とした。

それぞれの範囲に収まる値を月平均として集計した。
図3-1-3-2には、その差が最も顕著だった8月の集計結果を示す。又、図3-3には、スランプ測定結果を示す。

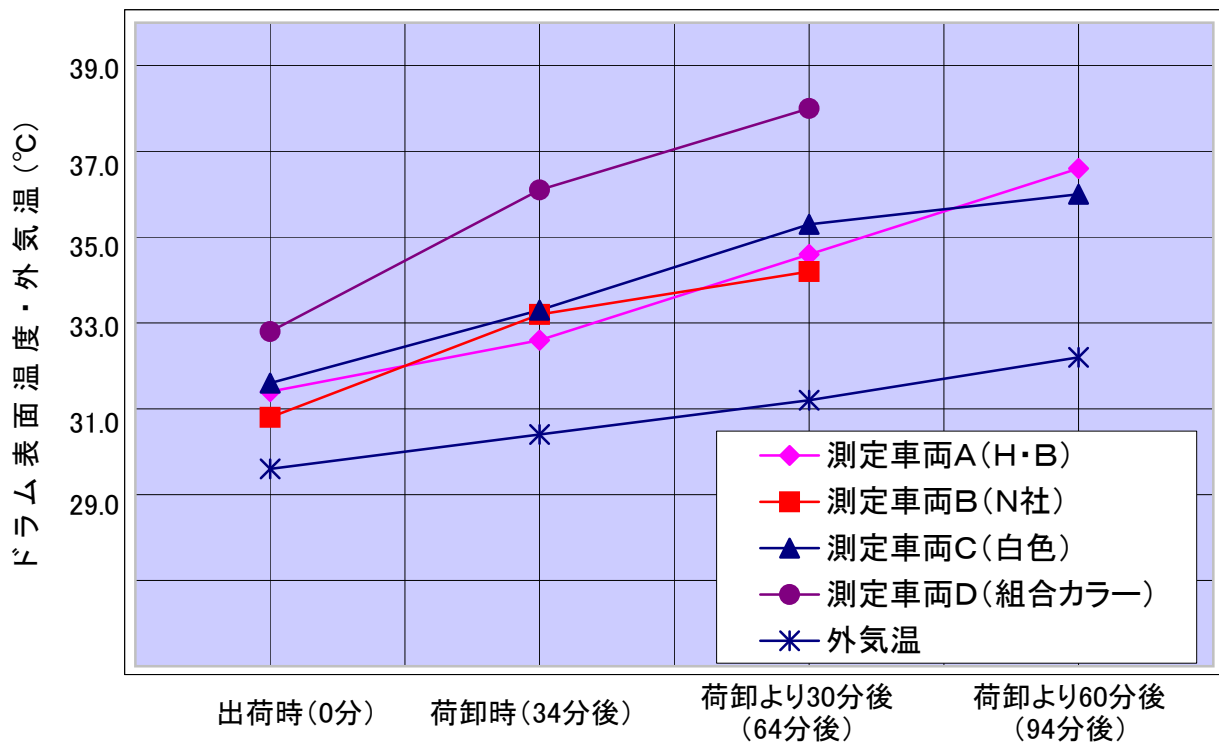


図3-1 8月の外気温及びドラム表面温度変化(平均値)

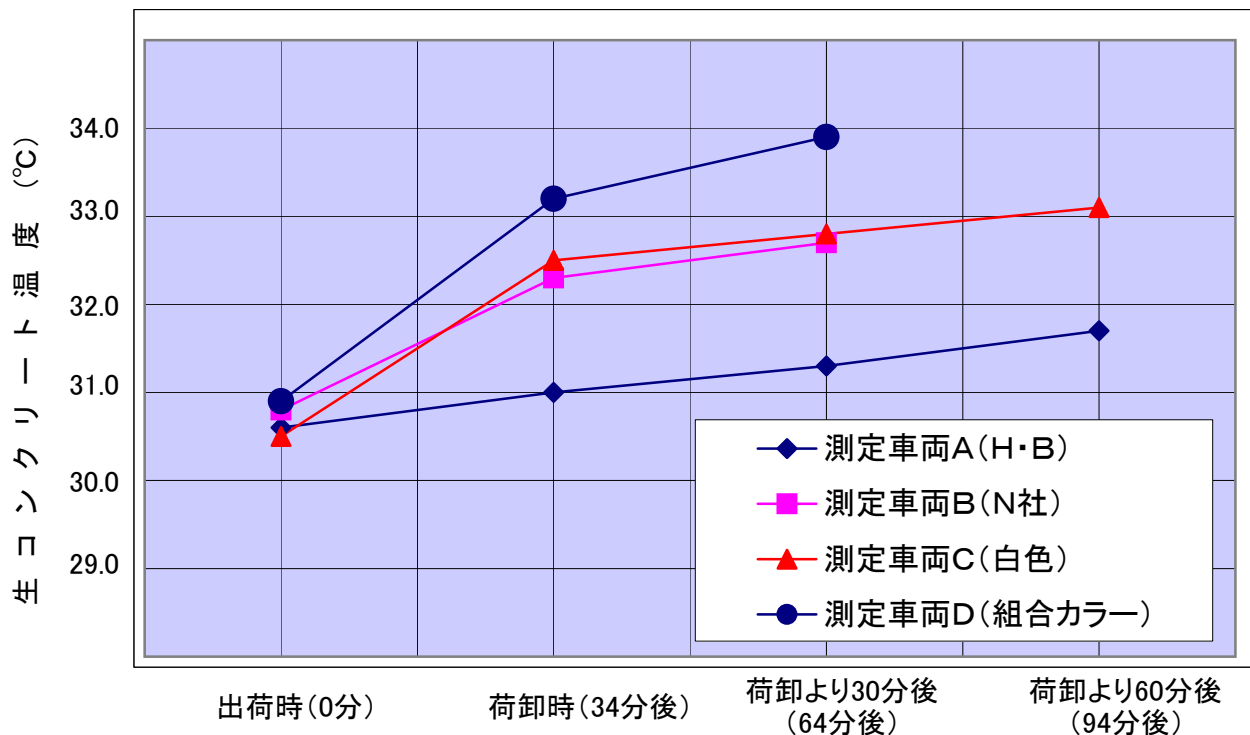


図3-2 8月の生コンクリート温度上昇(平均値)

測定車両	出荷時	荷卸時	スランプロス	測定車両Dとの差
測定車両A	20.8cm	19.1cm	1.7cm	1.8cm
測定車両B	21.3cm	19.2cm	2.1cm	1.4cm
測定車両C	20.9cm	18.7cm	2.2cm	1.3cm
測定車両D	21.2cm	17.7cm	3.5cm	—

測定条件		
配合: 24-18-25N	天候: 晴れ	外気温: 31°C
輸送時間: 40分(平均)	風: 微風	測定回数2回(平均)

図3-3 スランプ測定結果

4. 考察

4-1 一般塗装白色とオレンジ色の対比(測定車C・測定車D)

ドラム表面温度の上昇メカニズムは、太陽光の熱エネルギー吸収によって起こり、淡彩色であるほど低く濃彩色であるほど高くなります。

本調査に於いても、オレンジ色(測定車D)より淡彩色である一般塗装白色(測定車C)でも同等の結果を得て、ドラム表面温度で2.8°C・生コンクリート温度で0.7°C高くなった。

4-2 一般塗装白色と遮熱塗装の対比(測定車C・測定車A・B)

ドラム表面温度において、一般塗装と遮熱塗装A・Bの差は殆ど見られなかった。これは、輸送中の風の影響と低速ではあるがドラムを回転させていた為に、日射量が分散し遮熱効果が十分発揮出来なかったものと推察した。

荷卸中に於いても、ドラム表面温度の差が変わらなかった事より、こうした傾向はドラムの回転が大きなウェイトを占めるものと分析した。
 又、ミキサー車のボディー表面温度とドラム表面温度との差が、(組合カラーに於いて)最大で15℃以上に達した事により裏付けられた。
 特に注目すべき点は、同じ遮熱塗装である測定車A・B間で、ドラム表面温度では殆ど差は無かったが、生コンクリート温度に於いて平均で1.3℃の差が測定できた。
 これは、表4-1に示したメーカーによる遮熱メカニズムの違いと推察した。

ヒートブロック(測定車A使用塗料)	N社製遮熱塗料(測定車B使用塗料)
<ul style="list-style-type: none"> ・遮熱顔料による太陽光を大幅反射し表面温度の抑制 ・中空ビーズにより遮熱層を形成し熱伝導の大幅抑制 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光を高反射(熱エネルギーコントロール)し外壁温度上昇の抑制及び室内温度上昇の緩和

表4-1各メーカーの遮熱メカニズム

ドラム表面温度の時にも触れましたが、両メーカーの共通メカニズムである太陽光の反射は、ドラムが回転するという特殊状況下においては、かなり限定的な効果と思われる。
 従って、本調査に置ける生コンクリート温度抑制効果は、中空ビーズによる遮熱層の形成が大きな役割を果たしたと推察した。
 塗膜厚を計測して見ると、それぞれ平均で測定車Aが276 μ ・測定車Bが157 μ と顕著な差があり、遮熱層の重要性を裏付ける事が出来た。

又、測定車Bと測定車Cとの生コンクリート温度差は、データ上では0.2℃と殆ど差が無かったが、毎日測定した運転手による所感では、スランプ保持時間やホッパーカバーを空けた時の感覚等が、一般白色塗装に比べ測定車Bの遮熱塗装の方が、明らかに勝っていた様だ。

5. まとめ

上記の結果より暑中コンクリート対策として最も有効性が認められたのは、測定車Aの遮熱塗料(ヒートブロック)である事が解った。
 又、遮熱塗料は両メーカー共建築用壁材用の遮熱塗料として開発された物であり、本調査の様なドラムが回転する特殊な状況下は、想定されていない為その優劣は断定出来ない。

参考文献

日本ペイント: 遮熱塗料のメカニズムと効果