

運輸省第二港湾建設局 横浜調査設計事務所 正員 鹿又栄哉

〃 〃 〃 山本修司

〃 〃 〃 平井宜典

1. まえがき

セメントスラリーを用いた深層混合処理工法は、着実に実績をあげ新工法として定着しつつある。しかし一方では改良すべき事項も多々あり、その一つとして既改良部と改良部とのラップ部のMixingの施工性の向上が上げられる。この方法の一つとして著者らは、混合土の初期の凝結を遅らせる遅延剤を開発してきたところであるが、これまでに市販の遅延剤と比較してきわめて効果のある遅延剤(リン酸ナトリウム)を開発することができた。これについては既に第1報で報告したところである。

第2報では、前述の遅延剤(リン酸ナトリウム及びリン酸二ナトリウム)について、その最適添加率及びセメントの水和熱による高温状態での凝結性状に関する室内試験の結果を報告するものである。

2. 実験方法及び試験項目

改良土の遅延効果の目標を凝結過程の始発時間とらえ48時間と設定し、以下の手順で試験を実施した。

- ①リン酸ナトリウムの種別及び添加率を変化させて、最適の添加率を決定する。
- ②その状態で断熱温度上昇試験を行い、セメントの水和熱による温度上昇量を求める。
- ③この温度上昇量を用いて、凝結試験及び軸圧縮試験を行う。

なお、凝結時間の測定は、ASTM C403「貫入抵抗によるコンクリートの凝結時間測定方法」を準用し、貫入抵抗値500 PSI をもって始発時間、4000 PSI をもって終結時間とした。

3. 実験結果

(1) 凝結試験

遅延剤の添加率をパラメータとした場合の貫入抵抗値の経時変化を図-1に示す。これより、最適添加率は NaH_2PO_4 で3.1%程度、 Na_2HPO_4 で2.7%程度であることがわかる。

図-1 遅延剤の添加率と凝結時間

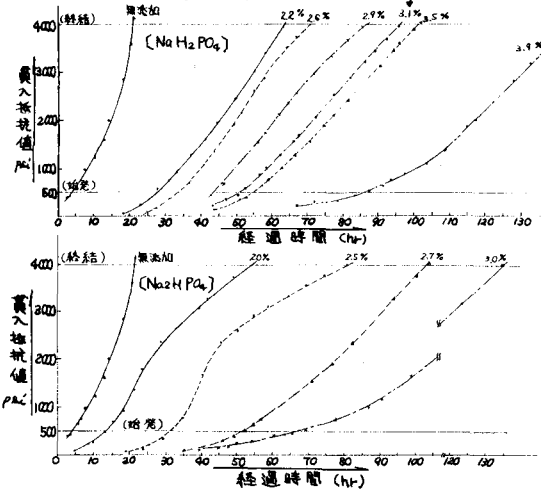


図-2 遅延剤の添加率と凝結時間の相関関係

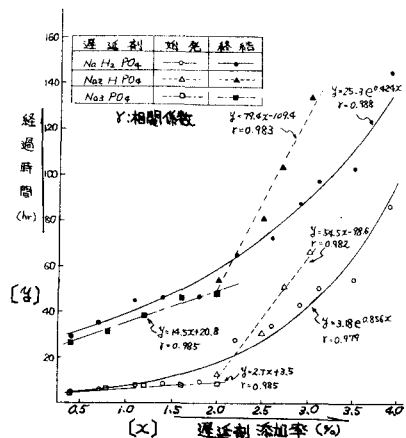
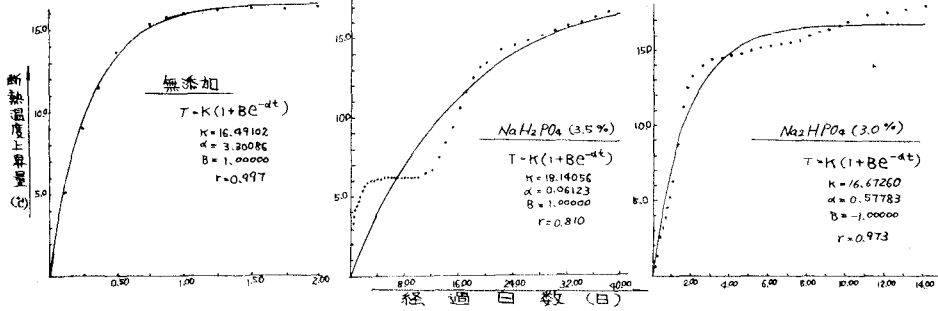


図-2に遅延剤添加率(x)と凝結の始発時間(y)及び終結時間(y)との相関関係を示す。同図より、両者の間には明瞭な相関関係が見られるとともに、リン酸ナトリウムの遅延効果は添加率が2%を超えたところより顕著になる。

(2)断熱温度上昇試験及び高温条件における凝結試験・一軸圧縮試験

遅延剤を加えたもの及び無添加の試料について、断熱温度上昇試験を行、た結果を図-3に示す。断熱温度上昇量はほぼ18℃であった。従って現場での練り上がり温度を20℃と仮定すると、凝結時の温度は38℃と推定されるので、高温養生条件を38℃に設定した。

図-3 断熱温度上昇試験結果



38℃に設定した凝結試験結果を、20℃での凝結性状と比較したものを表-2に示す。20℃での始発時間に比較して38℃では始発時間が3~4倍程度延長されているが、これは高温時にはリン酸ナトリウムが活性化され、セメントの水和反応に何らかの影響を与えたものと考えられる。

表-2 20℃と38℃高温条件との凝結時間比

遅延剤 種別	遅延剤 添加率 (%)	20℃凝結時間		38℃凝結時間		20℃/38℃時間比	
		始発	終結	始発	終結	始発	終結
無添加	—	3.80	21.15	2.13	13.50	0.55	0.64
NaH ₂ PO ₄	3.1	50.78	97.33	216.50	352.50	4.26	3.62
Na ₂ HPO ₄	2.7	51.50	103.33	188.13	311.75	3.65	3.02

38℃の高温条件における一軸圧縮強度及びせん断強度については、図-4に示す。同図からわかるとおり、遅延剤が改良土の長期強度に与える影響は、ほとんどないと考えられる。

4.考察

- ①各遅延剤の最適添加量は、リン酸ナトリウム(NaH₂PO₄)で3.1%程度、リン酸二ナトリウム(Na₂HPO₄)で2.7%程度と考えられる。
- ②遅延剤添加率と凝結始発時間の間には、明瞭な相関関係があった。
- ③最適添加率程度の遅延剤を、標準的なセメント使用量の粘土に混ぜた場合の断熱温度上昇量は、18℃程度である。温度上昇については、無添加の場合が遅延剤を入れた場合より早く発現した。
- ④遅延剤は、混合土の強度にほとんど影響を与えないことがわかった。

今回の実験では、リン酸塩系がきわめて効果のある遅延剤であり、3%前後の使用量で期待する遅延効果を得ることができた。高温養生の場合、表-2に示すように更に遅延効果が増大する傾向を示しており、現場での測定温度を考慮すると、添加率は大幅に減少させることができる可能性がある。これについては、今後の実験等で明らかにしていきたい。

また、本遅延剤は深層混合処理工法を念頭に開発したものであるが、超遅延効果を必要とする他の土木工事にも応用できると思われる。なお、本実験は日本コンサルタント(株)の協力を得て実施したものである。

図-4 材令一軸圧縮強度・せん断強度の関係

