

消波ブロックの圧縮強度について

(一社)静岡県土木施工管理技士会 静岡支部

技術者番号 000137807

平井工業株式会社 中山 和也

1. はじめに

当工事は平成 25 年度工事において、12t 型六角ブロックを 94 個製作し、それらを設置して消波堤の嵩上げを行うものである。平成 25 年 7 月 15 日に中間検査を受けた際、材令 28 日を超えているブロックは 72 個であったが一部のブロックに強度の発現が不足している部位が確認された。

その原因調査と対策について検討した。



写真-1 完成全景

2. 工事概要

工 事 名	平成 25 年度[第 25-K5252-01 号]静岡海岸海岸改良工事(消波堤嵩上げ工)
場 所	静岡市 駿河区 高松 地先
発 注 者	静岡県静岡土木事務所
工 期	(着工) 平成 25 年 4 月 1 日 (完成) 平成 25 年 10 月 31 日
工 事 内 容	消波ブロック製作工 94 個、 消波ブロック据付工 94 個

3. 原因調査

ブロックの強度に影響するものとして、レディーミクストコンクリートの品質、施工方法及び養生方法の 3 項目が考えられることから、これらについて分析を行った。

1) レディーミクストコンクリートの品質

受け入れたコンクリートの品質管理は、共通仕様書に準じて 150m³ に 1 回の頻度でスランプ、空気量及び塩化物含有量の試験を行い、適切であることを確認した。また打設時間管理を行い、すべてのコンクリートを 90 分以内に打設した。

試験の際に供試体を作成し、材令 7 日と材令 28 日の圧縮強度試験を行い、全ての供試体が設計強度を発現していること確認した。

これらの結果より、投入したコンクリートの品質は良好であったことを確認した。

2) 施工方法

コンクリート打設直前に、鋼製型枠の温度を下げるために散水を行った。(写真 2-1)コンクリートの打設は図 2-1~2-3 に示す順序で行い、その際に打込み高さが 1.5m を超えないよう管理した。締固めは棒状バイブレーターにて行なった。②のコンクリートが落ち着いてから③を打設するので、その際に再振動してそれぞれを密着させた。型枠ハンチ部は気泡が溜まりやすいことから、コテにてスペーシングし気泡を抜いた。(写真 2-3)

脱型した際に、ブロック表面に空気アバタが残っているものがあったことから、スペーシングはしたものの気泡が取りきれなかった箇所があったことは確認した。また微細な気泡が消波ブロック上部に多く見られることから、打設前に散水を行い型枠の温度は下げたが、打設中に再度型枠の温度が上昇し型枠表面の気泡が抜け切る前に硬化が起こったと考えられる。テストハンマー試験を行う際、微細な気泡がクッションとなり正確な測定ができなかったと考える。

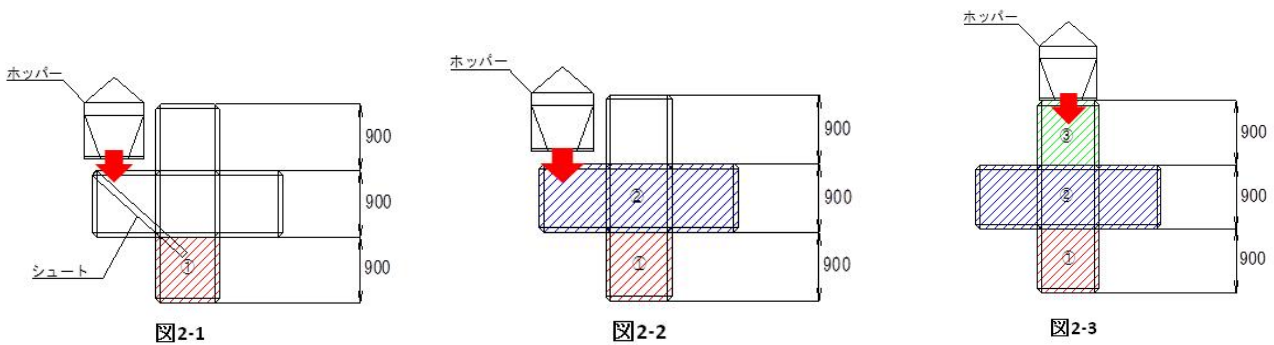


写真2-1



写真2-2



写真2-3



写真2-4

3) 養生方法

養生は共通仕様書に従って打設日から7日間の散水養生を実施した。散水は1日2回、午前と午後行った。現場内に貯水タンクを設置し、ハイウォッシャーで散水した。(写真2-4)

現地は海岸で直射日光や焼ける砂浜など、熱の影響を受けやすい環境であった。強度確認を行ったうえで3日目に型枠を脱型したが、7日目以降の強度の発現が鈍いことから、それ以降の散水養生の手順が適切でなかったことが一つの要因であると考えた。強度の発現の遅れは散水養生の期間や頻度や散水量が十分でなかったことに起因すると考えた。

3. 対応策

高炉セメントは普通ポルトランドセメントに比べて初期強度は若干低めの傾向にあるが、高炉スラグ微粉末の「潜在水硬性」により長期にわたり強度が増進する特徴を有している。潜在性水硬性を促進するには水分が必要であるが、散水量が十分でなかったことでブロック表面の水分が不足し、強度の発現が遅れていると思われる。現地にある材令28日を過ぎたブロックの材令と強度を比較すると一定の相関関係が確認でき、60日を過ぎたあたりから設計強度に到達する傾向が見られる。少しでも早く設計強度を発現するためには、今後も散水などによる湿潤養生を継続することが必要であると考えた。

養生の方法として打設箇所変更後の強度結果から設計強度に達しているロット(1ロット目、2ロット目)を除き、全ての消波ブロックに養生マットを設置し、午前と午後散水を行った(写真4-1、4-2)。設計強度を満たしている1ロット、2ロットは概ね材令60日であることから追加養生期間は材令60日を目安とした。

養生による強度増進の確認を行うため毎週テストハンマーによる強度試験を行い、その結果を監督員に提出した。

※ロット 同日に打設した9個を1つのロットとして管理した。



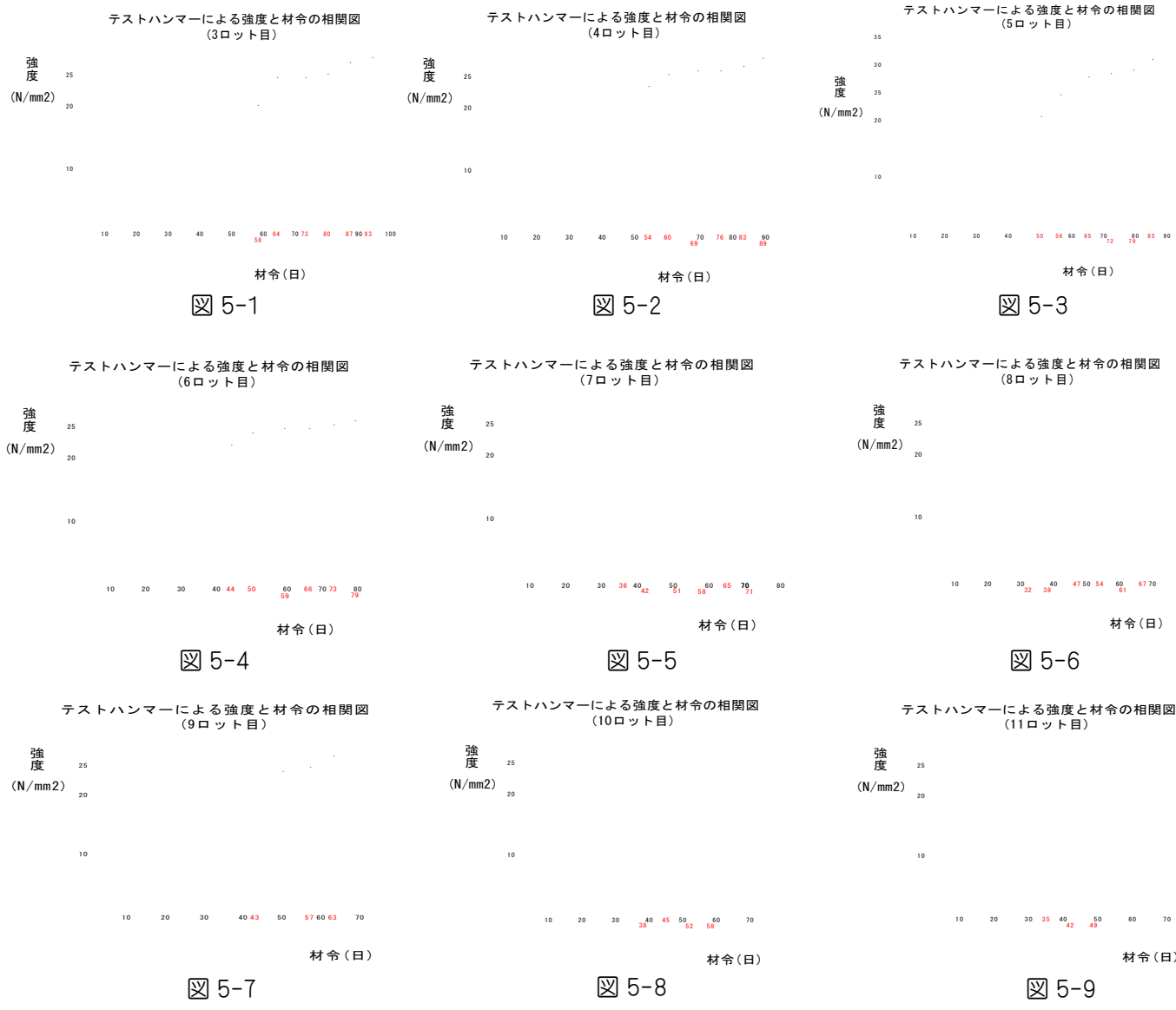
写真 4-1



写真 4-2

4. 結果

中間試験後の7月16日に行なったテストハンマーによる強度試験の結果を初期値として、最終の試験結果を比べてみると全てのロットで設計強度(24N/mm²)以上が確認できた。また各ロットの相関図では全てのロットが当初予想した相関図に沿って強度が発現しているのが確認された(図5-1~図5-9)。また3ロット以外は材令60日を超える前に設計強度を発現しているのが確認できた。



6. おわりに

設計強度が発現できなかった理由として初期養生が7日では十分でないと仮定した。そこで設計強度を満たしていないブロックに対して追加養生を行い、その結果全てのロットで設計強度を確認することができた。追加養生期間に材令60日を満たす前に設計強度を発現しているロットが確認されたことから追加養生は強度発現に有効であったと考えられる。

仕様書ではコンクリートの養生期間は高炉セメントで7日以上となっている。当現場では7日目にテストハンマーで強度の確認を行い配合強度の60%が確認できたため散水のみでの養生に切り替えた。しかしその結果が強度不足となり良品とは言いにくいブロックを製作してしまった。

今後の対策として、仕様書通りの養生期間や方法を用いるのではなく現場の条件や確認の頻度を多くし常にブロックの品質を確認していくことが必要であると感じた。