骨材にサンゴを用いた特殊コンクリートの施工実績

防衛省　北関東防衛局　中山勝義　西上悟史
鹿島建設株式会社　東京土木支店　正会員　○林亮佑　朝倉良介　杉本亮輔　今村福一
鹿島道路株式会社　東京支店　技術試験所　高萩二郎

1．背景および目的

南鳥島は東京から南東に1850km離れた亜熱帯に位置し、島全体が海底火山の頂部に付着したサンゴ礁によって構成されている。そのため、コンクリート用の骨材として現地のサンゴを使用する。しかしながら、サンゴを使用した骨材は物性の一部がJISの品質規格から外れるため、試験練りを行い、配合を作成した[1)]。また、月平均気温が21～28℃、年間平均は25℃以上という酷暑のため、コンクリートの品質確保や品質管理に対し、極めて厳しい環境である。本報告では、骨材にサンゴを用いたコンクリートを製造・出荷・施工した実績について報告する。

写真-1　コンクリートモービル

2．施工実績

(1) 製造方法

コンクリートの製造は、現地に設置した連続ミキサ（以下、コンクリートモービル、**写真-1**）を使用した。このコンクリートモービルは、1バッチずつ製造するのではなく、ベルトコンベアーで材料の計量を行い、スクリューミキサで練混ぜを連続して行う点に特色がある。また、製造能力は1時間当たり20m³程度である。酷暑環境でのコンクリート製造、運搬、打込みのため、練混ぜ水は冷水チラーにて冷却し、アジテータ車にドラムカバーを付け、コンクリートの温度上昇を抑える等の暑中コンクリート対策を行った。

(2) 実機試験練り

現地に設置したコンクリートモービルを使用して実機試験練りを実施した。現場配合表を**表-1**に、フレッシュ性状試験及び圧縮強度試験結果を**表-2**に示す。いずれの配合においてもフレッシュ性状と圧縮強度は規格値を満たし、所定の性能が得られた。なお、上述した暑中対策を講じたものの、コンクリート温度は30℃程度と非常に高くなった。さらに、通常のコンクリートの単位体積重量は2.30kg/m³程度だが、骨材に単位体積重量の小さいサンゴを使用していることから、コンクリートの単位体積重量は2.13kg/m³であった。

(3) 実施工の品質管理

表-1　現場配合表

配合		W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³) W	C	S	G	AD	単位容積重量 (kg/m³)
①	24-12-20N	50.0	50.7	195	390	817	728	0.98	2.13
②	18-12-20N	58.1	52.4	191	329	875	728	0.82	2.13
③	18-8-40N	58.1	44.1	177	305	759	872	0.77	2.13

表-2　フレッシュ性状試験及び圧縮強度試験結果

配合		ｽﾗﾝﾌﾟ (cm)	空気量 (%)	CON 温度 (℃)	呼び強度 (N/mm²)	圧縮強度 (N/mm²) 7日強度	28日強度	28日強度÷呼び強度
①	24-12-20N	13.0	4.8	33	24	21.2	26.4	1.10
②	18-12-20N	12.5	4.4	33	18	17.7	22.3	1.24
③	18-8-40N	6.5	5.0	29	18	18.5	23.6	1.31

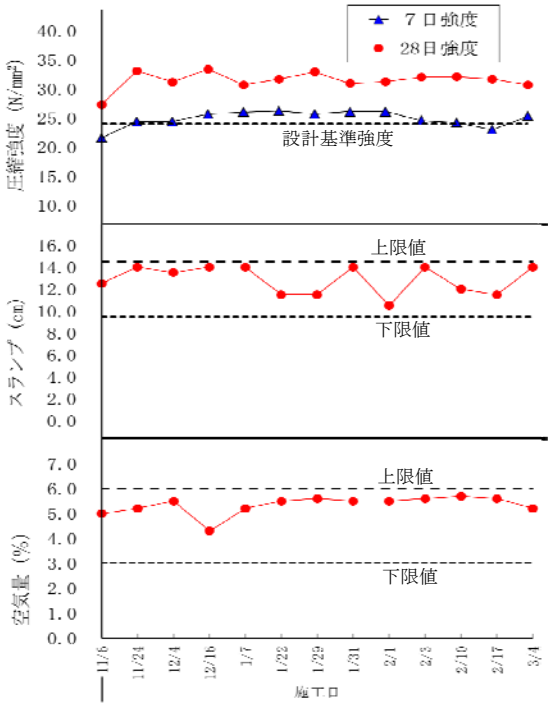

図-1　現場試験結果（24-12-20Nの場合）

キーワード：　骨材、サンゴ礁、特殊コンクリート、暑中コンクリート、コンクリートモービル
連絡先　　〒350-1305　埼玉県狭山市入間川4-24-16　　TEL　04-2954-6046

南鳥島で実際に施工したコンクリートの品質管理試験結果(24-12-20 N)を**図-1**に、現場試験状況を**写真-2**に示す。なお、**図-1**は、施工期間が11月から3月の約5月間、コンクリートの総量が400m³、製造・打込みの回数が13回の結果である。また、**写真-2**に示すように、本土と同様な器具を使用して品質管理試験を行った。**図-1**より、圧縮強度はすべての供試体において呼び強度を上回り、スランプと空気量は規格値を満足していることが確認できる。実施工で採取した供試体の圧縮強度試験結果から圧縮強度比の頻度分布を算出した。結果を**図-2**に示す。ここで、縦軸は圧縮強度の度数を全データ数で割った値であり、横軸の圧縮強度比は28日強度を各配合の呼び強度で割った値である。

図-2より、コンクリートの圧縮強度比のばらつきは、ほぼ正規分布していることが分かり、圧縮強度比は平均で1.4程度であることが確認できた。ここで、圧縮強度比と割増係数は同義であるため、現場配合で見込んだ割増係数(1.3程度)[1]の値と実施工における圧縮強度比の値は同程度であることが分かった。また、24Nの標準偏差(0.07程度)は18Nの標準偏差(0.12程度)よりも小さいため、コンクリートの圧縮強度比のばらつきは24Nの方が小さいことが確認できた。この頻度分布を標準正規分布と仮定すると、コンクリートが呼び強度を下回る確率は0.1%程度となり、基準の5%以下を十分満たすことが分かった。つまり、コンクリートが通常の管理状態にあると考えられる。

圧縮強度比のばらつきを表す変動係数Vの実績値を標準偏差と平均値から算出した。なお、計画値は標準示方書[2]に示される式(1)から算出し、14%とした。ここにα：割増係数(%)、V：変動係数(%)である。結果を**図-3**に示す。

$$\alpha = 1/(1-1.645V/100) \quad \cdots \text{式(1)}$$

図-3より、変動係数の計画値が14%であるのに対して、実績値の変動係数は5～10%となった。よって、変動係数の実績値が計画値を下回っており、当初計画に比べて圧縮強度のばらつきが小さいと判断できる。変動係数が小さいと、式(1)より割増係数を小さく設定できる。その結果、圧縮強度の目標値を低く抑えることができるため、セメント量の低減が可能となり、温度ひび割れの軽減やコストダウンに繋がると考えられる。最後に、施工したコンクリートを**写真-3**に示す。竣工後1年以上経過しているが、ひび割れ等は発生していないため、所定の品質で施工できたと考えられる。

写真-2　品質管理試験状況

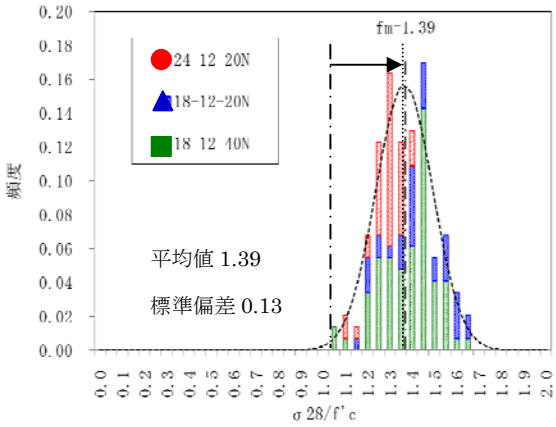

図-2　圧縮強度比の頻度分布（実施工結果）

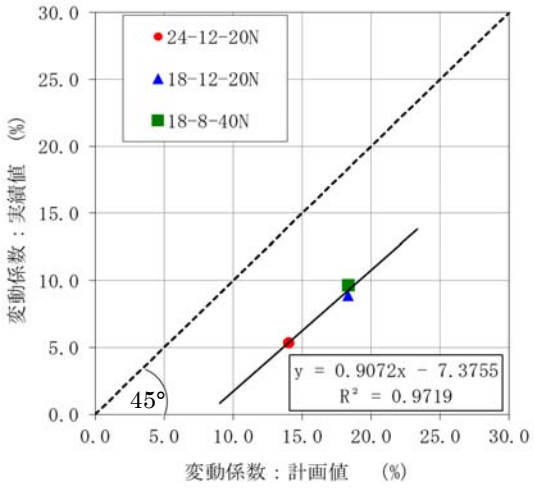

図-3　変動係数の計画値と実績値の関係

写真-3　擁壁施工完了

3．まとめ

今後、各種条件において良質な骨材が減少するなどして、JIS規格から外れた骨材を使用しなければならない場合も想定される。その際、本工事の知見が参考になれば幸いである。

参考文献

1)　中山勝義ほか：骨材にサンゴを用いた特殊コンクリートの製造、土木学会年次学術講演会、2015
2)　土木学会：コンクリート標準示方書[施工編]、pp45-52、pp79-88、2012