中流動コンクリートを使用した防波護岸の施工性に関する検討

関西大学大学院理工学研究科　学生員　○永井　陽
関西大学工学部都市環境工学科　田村　憲作
関西大学環境都市工学部　正会員　鶴田　浩章

1. はじめに

海岸沿いの道路において、台風の高波時などに越波被害を抑えることができる防波護岸の施工が検討されている。この防波護岸は、護岸前面が特殊な円弧形状をしている。そのため、波を海側に返すことができ、背後の人家や臨海道路への越波被害を大幅に削減することができる。また、護岸上部にスペースができることにより、遊歩道や公園として利用することや道路幅員を増大させることができる。それらによって、従来の護岸よりも水理特性および景観性に優れた護岸の整備が進められると期待されている。

検討対象とした護岸は、鋼板とコンクリートのハイブリッド構造で曲面を持ち、間隙通過性や充填性、コンクリート製品としての表面性状を満足することが必要とされる。これまでの施工に対してはスランプ 8cm と 12cm の普通コンクリートで検討が行われたが、曲面形状をしているため現場での施工性の向上が課題となっている。そこで、普通コンクリートよりも施工性が良く、高流動コンクリートよりもコストを抑えた、「中流動コンクリート」で施工することができれば、現場のニーズに合ったコンクリートを提供することができると考えられる。本研究では、防波護岸の約 1/3 スケールの模型型枠を用いて打設実験をすることで、防波護岸の施工に中流動コンクリートが適しているか評価する。

2. 実験概要

2.1 使用材料

流動性に優れたコンクリートは、材料分離を抑えるために粘性を持たせる必要があり、本研究では増粘剤系の中流動コンクリートを作製することにした。実験に使用した材料とその物性値を表-1 に示す。

2.2 配合

目標スランプフローは 450±50mm で、材料分離抵抗性を有するコンクリートを目標として高性能 AE 減水剤や増粘剤の添加量、単位粗骨材絶対容積などを調整し検討した結果、2 種類の配合を決定することができた。普通コンクリートは目標スランプを 10±1cm とした。配合 A、配合 B が中流動コンクリート、配合 C が普通コンクリートである。水セメント比を 50%、粗骨材の最大寸法を 20mm として、検討した示方配合を表-2 に示す。

表-1　使用材料とその物性値

材料	種類	物性または成分	記号
水	上水道水		W
セメント1	高炉セメントB種	密度3.04(g/cm^3)	BB
セメント2	普通ポルトランドセメント	密度3.15(g/cm^3)	C
細骨材	川砂	表乾密度2.58(g/cm^3) 吸水率1.80% 粗粒率2.80	S
粗骨材	砕石	表乾密度2.68(g/cm^3) 吸水率1.25% 粗粒率6.58	G
混和剤1	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系 密度1.07(g/cm^3)	SP
混和剤2	AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系 密度1.25(g/cm$^{4)}$	WR
混和剤3	増粘剤	水溶性セルロースエーテル	SCA
混和剤4	空気量調整剤	密度1.00(g/cm^3)	AE

表-2　示方配合

<table>
<tr><th rowspan="3">配合</th><th colspan="8">単位量(kg/m^3)</th></tr>
<tr><th rowspan="2">W</th><th rowspan="2">BB</th><th rowspan="2">S</th><th rowspan="2">G</th><th colspan="4">混和剤(g/m^3)</th></tr>
<tr><th>SP</th><th>WR</th><th>SCA</th><th>AE</th></tr>
<tr><td>配合A</td><td rowspan="2">170</td><td rowspan="2">340</td><td rowspan="2">884</td><td rowspan="2">884</td><td>10593</td><td>-</td><td>400</td><td>—</td></tr>
<tr><td>配合B</td><td>10272</td><td>-</td><td>400</td><td>48</td></tr>
<tr><td>配合C</td><td>164</td><td>328</td><td>811</td><td>992</td><td>-</td><td>1148</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

2.3 実験方法

(1) フレッシュ性状試験：コンクリートのスランプ、スランプフローは JIS A 1101、JIS A 1150 に、空気量は JIS A 1116 に従って測定した。

作製したコンクリートが実施工物に対して間隙通過性、自己充填性、材料分離抵抗性を有するか評価する方法として U 形間隙通過試験、V 漏斗試験に

コンクリート　流動性　充填性　護岸　増粘剤
大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番 35 号　TEL：06-6368-0899　FAX：06-6330-3770

実施工と同じ条件になるように棒型振動機でコンクリートに対して振動を与えた。そして、それぞれ材料分離がなく、高流動コンクリート程度の性状が確認できれば、実施工に使用できると評価した。

(2) 模型型枠を用いた打込み実験：実際の防波護岸の約 1/3 のスケールの模型型枠（**写真-1**）にスタッドを取り付け、鉄筋を組んで使用し、コンクリートの打込み実験を行った。打設は 3 層打ちとし、フレキシブルなバイブレータを使用し締固めを行い、バイブレータの使用時間で施工性を比較した。一層あたりの振動時間の目標は、標準的な振動時間とされている 5～15 秒程度とした。

3. 実験結果および考察

(1) 各種フレッシュ性状試験：スランプフロー試験および空気量試験については振動機を使用せずに測定した。V 漏斗試験は、高流動コンクリートの自己充填ランクと各評価試験値[1]に基づいて、目標値を定めた。各種フレッシュ性状試験の目標値と結果を、**表-3**、**表-4** に示す。

表-3　各種フレッシュ性状試験目標値

スランプ	スランプフロー	空気量	V漏斗試験 流下時間
10±1（cm）	400±50（mm）	4.5±1.0（%）	7～20（s）

表-4　各種フレッシュ性状試験結果

配合	スランプフロー スランプ	空気量	U形間隙通過試験 充填時間	V漏斗試験 流下時間
配合A	400（mm）	4.2（%）	24.6（s）	24.1（s）
配合B	465（mm）	2.7（%）	29.6（s）	34.5（s）
配合C	11.0（cm）	5.1（%）	25.8（s）	22.6（s）

実験の結果、V 漏斗試験では、目標より少し時間を要したが、閉塞せず流下した。配合 B では、配合 A よりもスランプフロー値は大きいが、空気量が少ないため、もったりと粘性の高いコンクリートとなり充填時間・流下時間が長くなったと考えられる。配合 C は、普通コンクリートであり、増粘剤が入っていないため、V 漏斗流下時間が短くなったと考えられる。

(2) 模型型枠を用いた打込み実験：締固め時の 3 層の合計振動時間は、配合 A が 69 秒、配合 B が 23 秒、配合 C が 108 秒となった。U 型間隙通過性試験、V 漏斗試験では配合 A、配合 C の方が配合 B よりも優れた結果となっていたが、締固め時の振動時間は配合 B が最も少なく、配合 B のコンクリートが型枠への充填性能が最も優れていることがわかる。配合 B の充填時間と流下時間が長かったのに対し、配合 B の振動時間が短く済んだことから、今回の条件下では型枠への充填性の判断にはスランプフロー試験の結果が重要であると考えられた。型枠を外した後の配合 B のコンクリートを**写真-2** に示す。

4. まとめ

本研究から得られた配合を用いることで、普通コンクリートと比較してわずかな混和剤の増加で、普通コンクリートよりも施工性に優れた、コストと施工性の両立したコンクリートを作製することができた。また、模型型枠を用いた打込み実験を行った結果、今回の条件下で施工性を考慮すると、スランプフロー450mm 以上の中流動コンクリートが好ましいと思われる。そして、流動性と粘性という 2 つの特性をうまくコントロールすることで、より施工性の良いコンクリートをつくることができると思われる。しかし、仕上がりについては、コンクリート上面の表面気泡群（**写真-3**）など、課題の残る結果となった。

写真-1　模型型枠

写真-2　配合 B 模型供試体　写真-3　表面気泡群

参考文献

1）土木学会：高流動コンクリート施工指針 p.69, 2005.6