

[1048] 特殊水中コンクリートの長距離流動実験について

- 正会員 ○福留和人 (間組 技術研究所)
- 正会員 喜多達夫 (間組 技術研究所)
- 正会員 大崎幸雄 (間組 技術開発部)
- 正会員 宮野一也 (間組 技術研究所)

1. まえがき

高分子化合物を添加した特殊水中コンクリートは、優れた水中分離抵抗性と流動性を有しており、水中に直接打設しても水質汚濁が少なくかつ高品質なコンクリートの施工が可能である。また、高性能減水剤を添加することにより流動性およびセルフレベリング性をさらに改善できる。したがって、この特長により、特殊水中コンクリートを打設面積の広い大型海洋構造物に適用する場合、トレミー間隔を大きくとることが可能となり、施工を簡略化することができるものと考えられる。本実験では、特殊水中コンクリートを大型海洋構造物に適用する場合の施工性および品質を確認することを目的として15mの長距離流動実験を実施した。本報では、今回得られた実験結果と若干の考察について述べる。

表-1 使用材料

2. 実験概要

2.1 使用材料

本実験に使用した材料を表-1に示す。特殊水中コンクリート用混和剤としては、日社製のセルロース系高分子化合物を、また、流動性改善のために、N社製の高性能減水剤を用いた。

2.2 コンクリートの配合

コンクリートの配合を表-2に示す。ここで、スプレッド値および空気量の目標値は、55~60cmおよび $2 \pm 0.5\%$ とした。

|      | 種類       | 備考                      |
|------|----------|-------------------------|
| セメント | 高炉セメントB種 | 比重=3.04                 |
| 細骨材  | 山砂       | 小豆島産 F.M.=2.85          |
|      | 海砂       | 瓦津産 比重=2.56             |
| 粗骨材  | 碎石       | 高槻産, F.M.=6.64, 比重=2.69 |
| 混和剤  | A E減水剤   | リグニン系とポリオール系の複合体        |
|      | 高性能減水剤   | 高縮合トリアジン系化合物            |
|      | 特殊混和剤    | セルロース系高分子化合物            |

表-2 コンクリートの配合

2.3 型わく

型わくは、長さ25m、幅90cm、高さ2mで、コンクリートの流動状況を観察

するために片面をアクリル貼りとした。なお、障害物廻りへの充填状況を確認するために、型わく内部に水平および鉛直部材を設置した。

2.4 コンクリートの製造方法

特殊水中コンクリートの製造はあらかじめプラントで練りまぜられた

| 最大寸法<br>(mm) | 水セメント比<br>(%) | 細骨材率<br>(%) | 単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> ) |           |     |     |      |       |       |        |             |
|--------------|---------------|-------------|----------------------------|-----------|-----|-----|------|-------|-------|--------|-------------|
|              |               |             | 水<br>W                     | セメント<br>C | 細骨材 |     | 粗骨材  |       | 混和剤   |        |             |
|              |               |             |                            |           | 山砂  | 海砂  | 5~13 | 13~20 | 特殊混和剤 | A E減水剤 | 高性能減水剤      |
| 20           | 60            | 42          | 204<br>* 36                | 400       | 458 | 196 | 322  | 617   | 1.6   | 1.0    | 4.00<br>(g) |

\* S Pスラリー製造用水量, 単位水量合計 240kg/m<sup>3</sup>

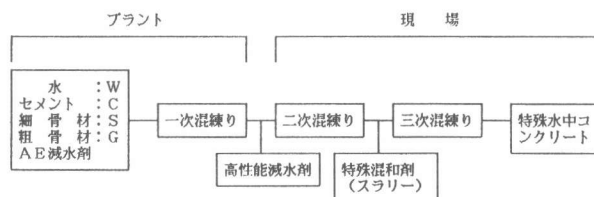


図-1 コンクリートの製造方法

普通コンクリートを流動化させ、最後に水に溶かしてスラリー状にした特殊混和剤を添加する後添加法とした（図-1参照）。

### 2.5 コンクリートの打設方法

コンクリートの打設要領を図-2に示す。コンクリートの打設はトレミー工法により行った。トレミーの先端には打設量を自動的にコントロールできるピンチバルブが装着されている。トレミーは、型わく端部から10mの位置に設置し、流動距離は片側15mおよび10mとした。コンクリートの落下高さ30cm、打ち上がり高さ1m、打ち上がり速度 0.4m/hourとした。

### 2.6 測定項目

流動に伴う品質の変化を確認するための測定項目を表-3に示す。なお、フレッシュコンクリートの物性は生コン車1台（4m<sup>3</sup>）ごとに、ベースコンクリートについては、スランプおよび空気量、特殊水中コンクリートについては、スプレッド値および空気量を測定した。

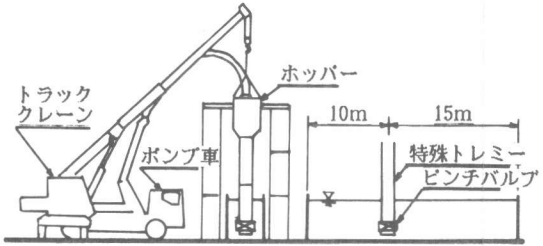


図-2 コンクリートの打設方法

表-3 測定項目

| 試験項目                    | 試験箇所              | 備考                         |
|-------------------------|-------------------|----------------------------|
| 圧縮強度<br>単位容積重量<br>動弾性係数 | 5mピッチ高さ<br>方向に6ヶ所 | 標準養生供試体およびコア<br>採取供試体による測定 |
| 濁度およびpH                 | 5mピッチ             | 経時変化を測定                    |
| 打ち上がり高さ                 | 2mピッチ             | 経時変化を測定                    |
| 充填性                     | 障害物設置箇所           | はつりによって充填性確認               |

表-4 フレッシュコンクリート品質管理試験結果

| No.     | ベースコンクリート    |            |                   | 特殊水中コンクリート    |            |                   |
|---------|--------------|------------|-------------------|---------------|------------|-------------------|
|         | スランプ<br>(cm) | 空気量<br>(%) | コンクリート<br>温度 (°C) | スプレッド<br>(cm) | 空気量<br>(%) | コンクリート<br>温度 (°C) |
| 1       | 17.7         | 4.4        | 33.4              | 58.0×58.0     | 2.2        | 32.0              |
| 2       | 19.9         | 3.9        | 33.4              | 57.0×57.0     | 2.0        | 31.5              |
| 3       | 18.6         | 3.8        | 33.9              | 58.0×58.0     | 1.5        | 32.0              |
| 4       | 19.8         | 3.5        | 34.0              | 59.0×58.0     | 2.0        | 32.0              |
| 5       | 18.3         | 4.2        | 34.5              | 58.0×55.5     | 2.0        | 31.5              |
| 6       | 20.2         | 3.7        | 31.5              | 60.0×60.0     | 1.7        | 28.5              |
| 7       | 18.4         | 3.6        | 32.0              | 59.0×57.5     | 1.6        | 30.0              |
| 8       | 19.0         | 3.7        | 32.0              | 58.5×58.5     | 2.0        | 30.0              |
| 平均      | 19.0         | 3.9        | —                 | 58.1          | 1.9        | —                 |
| 標準偏差    | 0.84         | 0.29       | —                 | 0.90          | 0.23       | —                 |
| C.V.(%) | 4.4          | 7.5        | —                 | 1.5           | 12.1       | —                 |

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 フレッシュコンクリートの物性

表-4にフレッシュコンクリートの物性の測定結果を示す。スプレッド値、空気量とも、ほぼ所要の管理範囲内に入っており、ばらつきの少ないコンクリートを製造することができた。

#### 3.2 濁度およびpH

図-3に型わく内の水質測定結果を示す。図からわかるように、pHで最大10程度また、濁度で45FTU程度であり、水質の汚濁がかなり低減されている。一方経時的に見ると、pHおよび濁度とも、コンクリートの打設に伴い徐々に増加している。また位置的には、トレミーの設置位置が型わく端部に比べて大きい値となっている。したがって、水質汚濁は、コンクリートの水中落下に伴う材料分離が主な要因であり流動に伴う汚濁は従な要因であると考えられる。

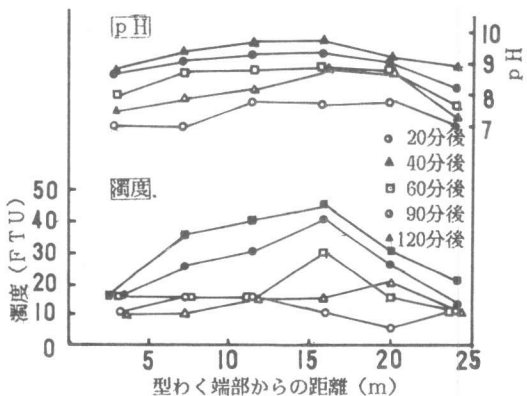


図-3 水質測定結果

### 3.3 流動勾配

コンクリート打設時の流動勾配の経時変化を図-4に示す。ここで、図中の曲線は、各生コン車の打設終了時の流動勾配を示す。図からわかるように、流動勾配は、打設量に伴って減少している。最終的には、10m区間で 1/277、15m区間で 1/108 と平坦となっており、かなり高い流動性およびセルフレベリング性を有していることが証明された。さらに、打ち上がり高さを大きくすれば、流動勾配も小さくなるものと考えられる。

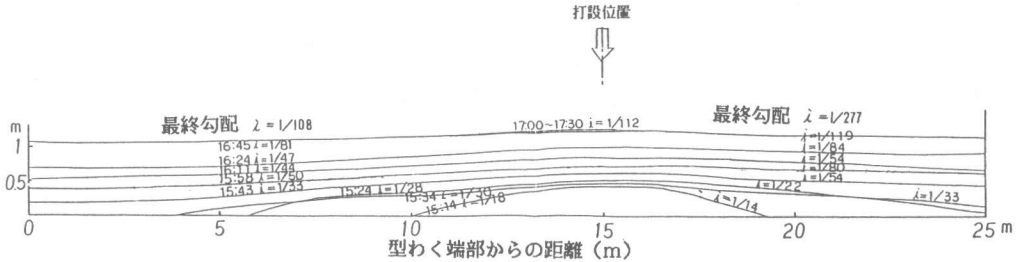


図-4 流動勾配の経時変化

### 3.4 充填性

写真-1は、障害物廻りの充填状況を示したものである。

写真からわかるように、水平部材および鉛直部材廻りともコンクリートが十分にいきわたっており、良好な充填性を有することが確認できた。

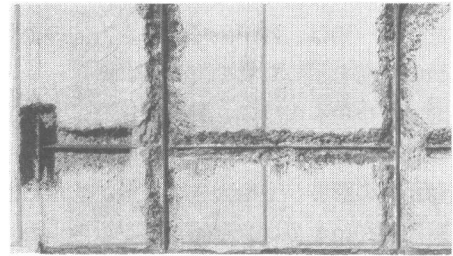


写真-1 障害物廻りの充填状況

### 3.5 圧縮強度

図-5は、流動距離と圧縮強度の関係を示したものである。

図からわかるように、流動距離10mまではトレミー位置とほとんど同程度の強度が得られている。トレミーから15mの位置では、若干強度低下がみられるが、その低下率も10%程度と小さい。

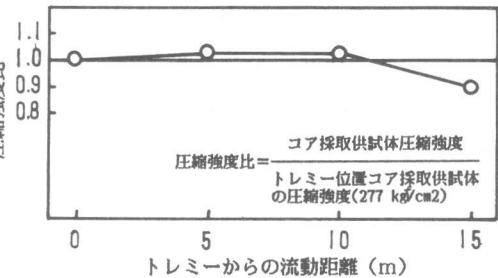


図-5 流動距離と圧縮強度の関係

一方、各位置での高さ方向の強度分布を示したものが図-6である。この図をみると、トレミーから10mまでは、高さ方向でほとんど強度のばらつきがないのに対し、トレミーから15mの位置では、上部の方がやや強度が低下していることがわかる。これは、流動に伴って若干材料分離が生じ強度に影響を与えたためであると思われる。

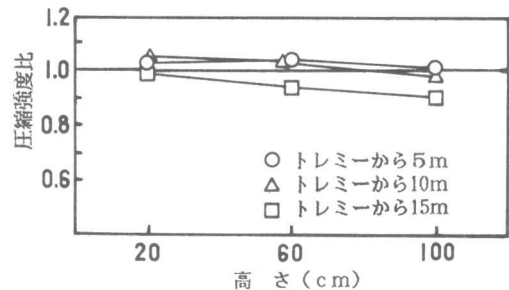


図-6 高さ方向の圧縮強度の分布

なお、気中で作製し、標準養生を行った供試体の強度は 250kgf/cm<sup>2</sup> であり、流動距離15mでの強度と同程度である。

### 3.6 単位容積重量

図一7は、流動距離と単位容積重量の関係をまた、図一8は、各位置での高さ方向の単位容積重量の分布を示したものである。

図からわかるように、圧縮強度と同様トレミーから10mまでは、トレミー位置とほとんど変化はない。また、上下方向のばらつきも流動距離10mまではほとんどみられない。一方、流動距離15mでは、平均的には圧縮強度の低下率と変わらないが、上下方向のばらつきがやや大きくなっている。これは、流動に伴って材料分離が若干生じ、粗骨材の量が先端部で少なくなったためであると考えられる。

### 3.7 動弾性係数

図一9は、流動距離と動弾性係数の関係を、また、図一10は、各位置での高さ方向の動弾性係数の分布を示したものである。

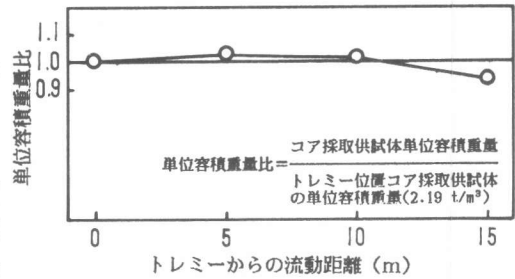
図からわかるように、動弾性係数についても圧縮強度、単位容積重量と同様の傾向はあるが流動距離の影響がやや大きくなる。すなわち、流動距離10mまではほとんど低下はみられないが、流動距離が15m以上になる低下率が若干大きくなる傾向がみられる。これについても粗骨材量の減少が原因であると思われる。

### 4. まとめ

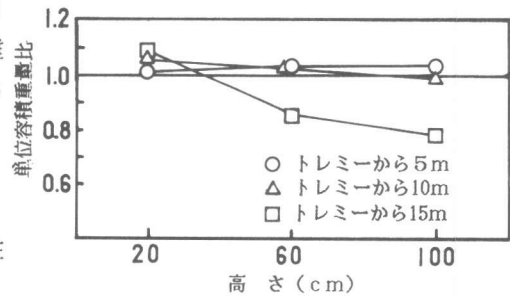
特殊水中コンクリートを長距離流動させたときの施工性および品質を確認することを目的に実験を実施した。その結果、優れた流動性および充填性を有することが確認できた。また、品質については、流動距離が15mになるとやや低下がみられるものの、その低下率も小さく、品質の低下を見込んだ配合の設定を行うことによって充分対応が可能であり、今後の大型海洋構造物への適用に対して大きな収穫があったと言える。

#### <参考文献>

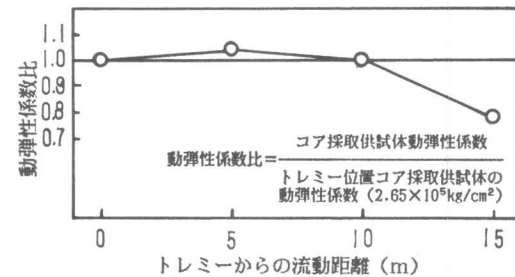
- (1) 喜多、中川、福留：特殊水中コンクリートの水中での流動に伴う品質について、土木学会年次学術講演会概要集，pp.407-408，1986。
- (2) 河井、米倉、武川：水中コンクリートの大規模流動実験，土木学会年次学術講演会概要集，pp.409-410，1986。



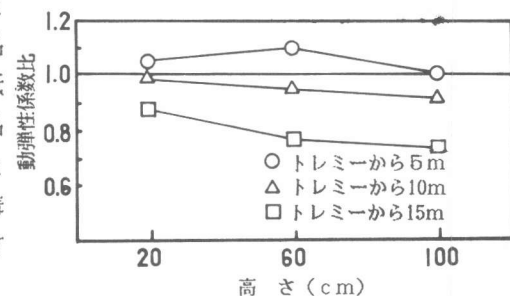
図一7 流動距離と単位容積重量の関係



図一8 高さ方向の単位容積重量の分布



図一9 流動距離と動弾性係数の関係



図一10 高さ方向の動弾性係数の分布