

## 低弾性ラテックス改質超速硬コンクリートの低温環境下の耐久性

ショーボンド建設株式会社 正会員 ○郭 度連  
 ショーボンド建設株式会社 正会員 宮口 克一  
 ショーボンド建設株式会社 山川 錦上

## 1. はじめに

道路橋床版上面の補修コンクリートとして、さらには橋面コンクリート舗装の材料として、筆者らは低弾性ラテックス改質超速硬コンクリート（以下、LMCJ : Latex Modified Compact Jet）を開発しており、既報でその硬化特性や耐久性を報告している<sup>1)</sup>。一方で、寒冷地での使用を考慮する際は、初期強度の発現性や低温環境下での耐久性の検討が必要になる。低温環境下ではセメントの水和反応が遅延する傾向にあるため、超速硬コンクリートの低温下の強度発現性は交通開放に関わる重要な事項である。また、寒冷地では凍結防止剤の使用に伴う劣化の促進も考慮する必要がある。本報告は、寒冷地を想定した環境条件（5℃、-10℃）でのLMCJの初期強度発現および塩害と凍害の複合劣化に対する耐久性を検討したものである。

## 2. 配合および使用材料

本報告で用いたコンクリートの配合を表-1に示す。単位水量の一部はラテックスで置換しており、SBR（スチレン・ブタジエンゴム）ラテックスを用いている。結合材は普通ポルトランドセメントと特殊カルシウムアルミネート系の速硬性混和材をプレミックスした粉体を用いた。細骨材は表乾密度2.58g/cm<sup>3</sup>の花崗岩砕砂、粗骨材は表乾密度2.72g/cm<sup>3</sup>の硬質砂岩碎石を用いた。

## 3. 試験結果

表-2に5℃および-10℃環境下での試験結果を示す。5℃条件では全ての材料を5℃の恒温室に静置しており、LMCJの練上がり温度は8.9℃であった。LMCJのスランプは作業性を考慮し、床版の勾配に追従できる範囲の18±3cmを目標とした。ラテックス改質コンクリートは見かけ上のスランプが大きくなる傾向があり、その目標値は一般的なコンクリートのスランプ15cm同等のコンシステンシーである。練上がり2時間後の圧縮強度は軽歩行できる10N/mm<sup>2</sup>以上、4時間後の圧縮強度は交通開放できる24N/mm<sup>2</sup>以上を発現した。一方、-10℃条件では、材料を0℃、液体は20℃の恒温室で保管し、-10℃の恒温室で練りを行った。LMCJの練上がり温度は2.5℃、30分後の温度は1.8℃であった。試験体は加熱養生シート2枚とブルーシート2枚で覆い養生を行った。4時間の圧縮強度は27.4N/mm<sup>2</sup>が発現しており、適切な養生を施せば、極低温環境下での強度発現も問題ないと考えられる。

図-1に凍結融解試験結果を示す。比較として、W/C=55%、28日圧縮強度41.9N/mm<sup>2</sup>のコンクリートを示す。LMCJは水道水および3%NaCl水溶液を用いた試験結果であり、水道水、塩水ともに相対動弾性係数はほとんど変化がなかった。300サイクル終了後

表-1 コンクリートの配合

| 水準<br>(Gmax) | W/B<br>(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |      |     |
|--------------|------------|-------------------------|-----|------|-----|
|              |            | W                       | B   | G    | S   |
| 20mm         | 33.5       | 170                     | 507 | 1041 | 677 |
| 13mm         | 33.5       | 175                     | 523 | 978  | 710 |

表-2 低温（5℃）及び極低温（-10℃）の試験結果

|              |                       | 5℃                    |                       | -10℃   |                       |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|-----------------------|
| コンクリート<br>温度 | 練上がり                  | 8.9℃                  |                       | 2.5℃   |                       |
|              | 30分経過                 | 8.5℃                  |                       | 1.8℃   |                       |
| スランプ         | 練上がり                  | 20.0cm                |                       | 18.5cm |                       |
|              | 30分経過                 | 18.5cm                |                       | 18.0cm |                       |
| 2時間圧縮強度      | 16.2N/mm <sup>2</sup> | 17.0N/mm <sup>2</sup> | —                     |        |                       |
|              | 17.4N/mm <sup>2</sup> |                       | —                     |        |                       |
|              | 17.4N/mm <sup>2</sup> |                       | —                     |        |                       |
| 4時間圧縮強度      | 30.5N/mm <sup>2</sup> | 30.8N/mm <sup>2</sup> | 26.9N/mm <sup>2</sup> |        | 27.4N/mm <sup>2</sup> |
|              | 30.9N/mm <sup>2</sup> |                       | 26.6N/mm <sup>2</sup> |        |                       |
|              | 31.0N/mm <sup>2</sup> |                       | 28.7N/mm <sup>2</sup> |        |                       |

キーワード：低弾性，ラテックス改質超速硬コンクリート，低温環境，強度発現，耐久性

連絡先 〒305-0003 茨城県つくば市桜 1-17 TEL. 029-857-8101 FAX. 029-857-8120

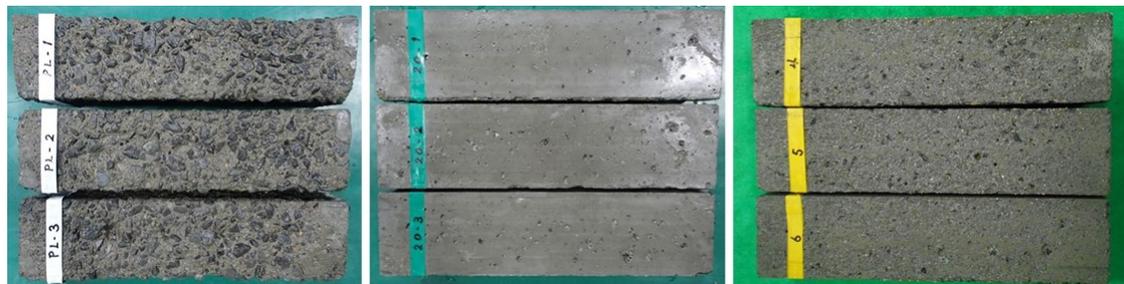
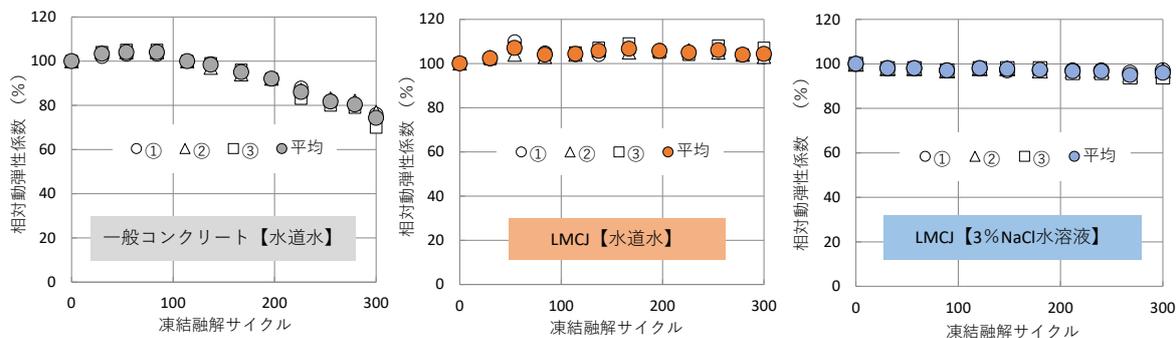


図-1 水道水および3%塩水の凍結融解試験

表-3 -5℃環境下の3%塩水浸漬引張疲労試験

| 試験条件                        |   | 付着強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | 載荷の状況 |
|-----------------------------|---|---------------------------|-------|
| 載荷前                         | —   | 3.26                      |       |
| 水浸引張疲労試験<br>20℃480万回終了後     | 周波数10Hz、480万回<br>応力下限値0.1N/mm <sup>2</sup> 以上<br>振幅0.6N/mm <sup>2</sup> | 4.16                      |       |
| 3%塩水浸漬引張疲労試験<br>-5℃480万回終了後 |   | 4.14                      |       |

の一般コンクリートは顕著なスケールリングが認められるが、LMCJは健全な状態であった。一方、3%NaCl水溶液では一部表面に骨材が露出しており、塩水環境下のスケールリングが厳しいことを改めて示唆している。

凍結融解試験300サイクルの負荷をかけた試験体からコアを採取し、付着強度も確認した。10cm厚の模擬床版にエポキシ系の接着剤を塗布後、LMCJを10cm打設し10×10×20cmの試験体を切り出した。凍結融解試験300サイクル終了後にφ75mm×200mmのコアを採取し、φ75mm×150mmに成型後、引張付着試験を行った。5本平均の付着強度は2.79N/mm<sup>2</sup>で、凍結融解の負荷に対しても全く問題ないことが確認できた。

一方、床版上面のコンクリートは輪荷重による繰返し荷重を受けるため、疲労耐久性を検討する必要がある。そこで表-3に示すように、NEXCO試験法434に準拠し<sup>2)</sup>、480万回の水浸引張疲労載荷を行うとともに、低温環境下の3%塩水浸漬引張疲労載荷試験を行い、負荷前後の付着強度を比較した。試験体は凍結融解試験体と同様に、10cm厚の模擬床版にエポキシ系の接着剤を塗布後、LMCJを10cm打設しφ100mm×200mmのコアを採取し、φ100mm×100mmになるよう上下をカッティングした試験体を用いた。20℃の水浸漬および-5℃の3%塩水浸漬ともに、疲労載荷試験後の付着強度試験では模擬床版コンクリートの母材での破壊モードとなり、載荷前よりも載荷後の方が高い付着強度を示す結果となった。

#### 4. まとめ

低弾性ラテックス改質超速硬コンクリートの低温環境下の初期圧縮強度発現性および寒冷地で供用される場合に想定される耐久性を検討した結果、本報告の範囲内では強度発現性は問題なく、寒冷地で塩化物イオンが存在する環境下でも十分な耐久性を有することが実験的に確認された。

#### 参考文献

- 1) 郭度連・宮口克一・山川錦上：低弾性ラテックス改質超速硬コンクリートの基礎物性，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，Vol.20，pp.7-10，2020
- 2) NEXCO試験法434：増厚コンクリート用エポキシ樹脂接着剤の性能試験方法，2010