

真空吸水試験を用いた養生不足による影響範囲についての検討

芝浦工業大学 大学院理工学研究科 社会基盤学専攻
 芝浦工業大学 工学部 土木工学科
 芝浦工業大学 工学部 先進国際課程 兼務 土木工学科

○宮脇 正嗣
 杉山 明希
 伊代田 岳史

1. はじめに

コンクリート構造物において劣化因子の侵入経路である表層コンクリートはセメント種類、水セメント比等の材料の影響だけでなく、養生等施工の影響を大きく受け、コンクリート内部と比較して物質移動抵抗性が小さくなる可能性が指摘されている¹⁾。また現在の土木学会コンクリート標準示方書【施工編】²⁾ではコンクリートの強度発現を参考に日平均気温とセメント種類により湿潤養生期間の標準が定められているが、これは必ずしもコンクリート表層部の物質移動抵抗性を考慮したものではない。しかし養生の本質を考慮すると、表層コンクリートの水和反応を促し耐久性を確保することが重要であると考えられる。そこで本研究では、コンクリート構造物の劣化に影響を与えるセメント種類、W/C、養生日数を変化させ、材料、養生日数の違いによる養生不足の影響範囲について検討した。

2. 試験概要

コンクリートの物質移動抵抗性を、簡易かつコンクリート表層から内部にかけて連続的に把握することができることから、現在筆者らのグループが提案している真空吸水試験³⁾を採用した。本研究におけるコンクリート計画配合を表-1、試験概要を図-1に示す。試験体は円柱試験体(φ100×200mm)を用いた。養生日数は1、3、5、7、10、28日とし、打込み翌日に脱型し、養生方法はすべての配合で封緘養生とした。図-1に示すように、養生終了後に試験体側面をアルミテープでシールし、両端面を解放した試験体を温度20℃、湿度60%の恒温恒湿室にて28日間静置することで実構造物において脱枠後に両端面が大気に暴露されることを模擬した。試験の前処理として、アルミテープを全て取り除き40℃の乾燥炉で5日間乾燥させた。

試験では、試験面以外からの水の浸入を防ぐためアルミテープで両端面と側面一部をシールした。その後円柱試験体を高さ26mmまで水に浸漬するよう真空デシケータ内に設置し、真空ポンプで1時間吸引、2時間真空保持して吸水させた。試験終了後試験体を割裂し円柱底面側から10mm間隔で計21点の吸水深さを測定した。

表-1 コンクリート計画配合

No.	セメント種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
				W	C	S	G
N35	OPC	35	44	170	486	788	886
N45		45	46		378	830	934
N55		55	48		309	858	965
N65		65	50		262	876	986
BB35	BB	35	44		486	780	877
BB45		45	46		378	824	927
BB55		55	48		310	852	959
BB65		65	50		262	872	981
L55	LPC	55	48		309	861	969

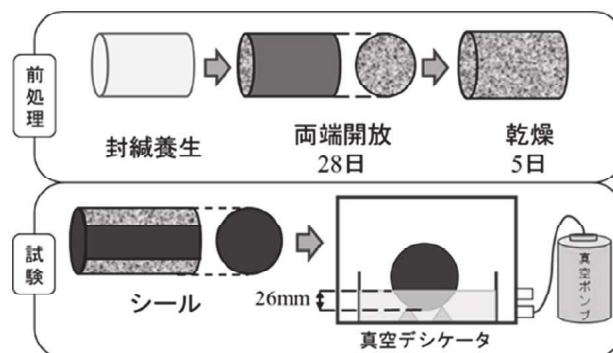


図-1 真空吸水試験概要

3. 結果と考察

3.1 試験結果

代表的な配合として、図-2にN55、図-3にL55の試験結果を示す。図の左側が底面、右側が打設面である。図の左右で吸水深さに差が見られるのは打設面側において脱型までの24時間での水分逸散やブリーディングの影響があるためであり、一方底面側の吸水深さは養生日数の相違による違いを表現できていると考えられるため、本研究では底面側に着目することとした。N55の配合では一定の養生日数を超えるとその効果は頭打ちになる傾向が確認でき、底面からの距離100mm(円柱中心部)付近では、養生日数によらず同程度の吸水深さとなってい

る。これは、内部コンクリートは養生の影響を受けず、各配合における封緘養生 28 日と同等の物質移動抵抗性を有しているためであると考えられる。高炉セメント B 種を用いた配合においても同様の傾向が得られた。

しかしながら L55 は養生期間が短いと、養生の影響を受けないと考えられる内部コンクリートにおいても吸水深さが大きくなっている。これは低熱ポルトランドセメントを用いた場合水和反応のスピードが遅いため、短期間の養生では表層コンクリートから水が逸散しやすく、内部のコンクリートが十分に水和反応をする前に乾燥したと考えられる。これより低熱ポルトランドセメントを用いる場合は養生に対してより一層の注意が必要であるといえる。

3.2 養生不足による影響範囲

図-4 に試験結果から養生不足による乾燥の影響範囲とダメージ度の算出概略図を示す。底面からの距離に対する吸水深さの傾きが 0 に近似するときの底面からの距離を養生不足による影響範囲と定義付けた。養生日数と算出した影響範囲の関係を図-4、図-5 に示す。影響範囲は大きいもので 60mm 程度となった。どの配合においても養生期間が長くなると影響範囲が小さくなる傾向が得られた。また L55 では他のセメント種類と異なり養生 28 日まで大きい影響範囲を示し続けていることから、低熱ポルトランドセメントを用いた場合、よりしっかりとした養生を施すことが重要であると考えられる。

養生の本質は水分の逸散を防ぎ、表層コンクリートを内部コンクリートとできるだけ均質にし、材料本来の物質移動抵抗性を有することができるようにすることであると考える。そのため、しっかりとした養生を施すことで初めて構造物としての耐久性を担保できると考える。

4. まとめ

- (1) 養生不足の影響を受けない内部コンクリートの物質移動抵抗性は養生日数によらず同等である。
- (2) 真空吸水試験から算出した養生不足による影響範囲は最大で 60mm と算出された。
- (3) 低熱ポルトランドセメントを用いた場合、他のセメント種類に比べて養生の重要性が遥かに大きくなることが考えられる。

【参考文献】

- 1) 豊村恵理、伊代田岳史：養生が中性化速度式に及ぼす影響と評価方法の検討、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、第 11 巻、401-406、(2011)
- 2) 土木学会、コンクリート標準示方書【施工編】、(2017)
- 3) 檀康弘、伊代田岳史、大塚勇介、佐川康貴、濱田秀

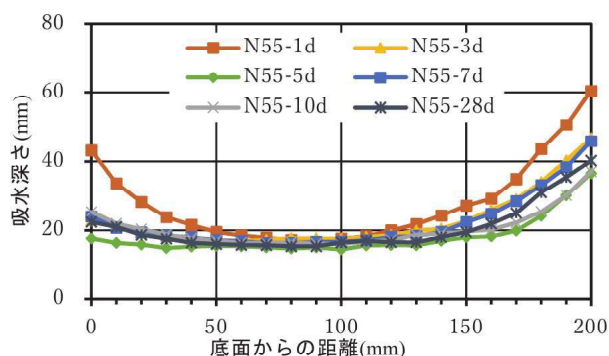


図-2 真空吸水試験結果 (N55)

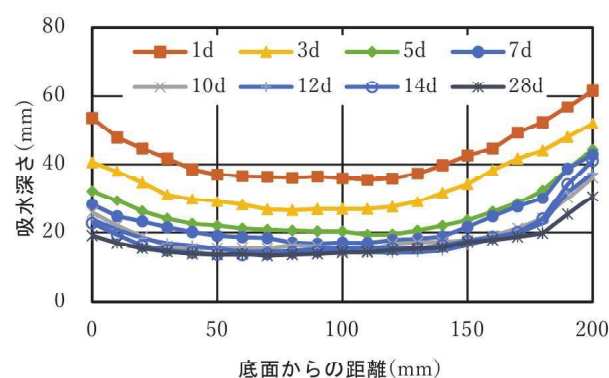


図-3 真空吸水試験結果 (L55)

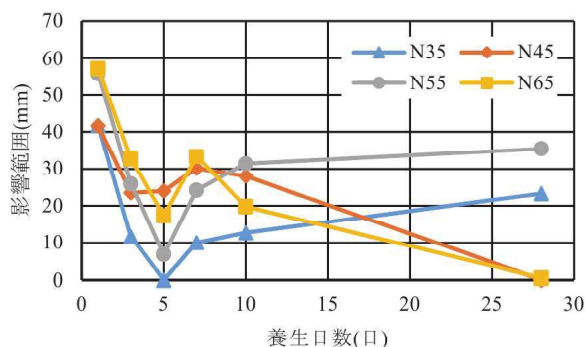


図-4 養生不足の影響範囲 (N)

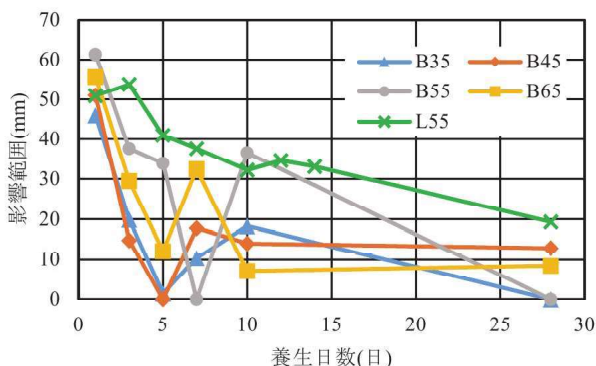


図-5 養生不足の影響範囲 (BB、L)

則：高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートの養生条件と耐久性の関係、土木学会論文集、Vol.65、No.4、431-441、(2009)