

建築床スラブ下地コンクリートの表層部の性能改善

その7 真空脱水締固め効果に及ぼす真空度の影響

○ 畑中重光*¹ 和藤 浩*² 三島直生*³ 服部宏己*⁴
坂本英輔*⁵ 村松昭夫*⁶ 山口武志*⁷

1. はじめに

筆者らは、従来の真空処理工法^{例えば¹⁾}の問題点を改善し、一般に軟練りコンクリートを使用する建築分野でも適用可能な新たな真空脱水締固め工法を考案し、基礎実験によって、その効果を例証した^{2) - 8)}。本工法の主な特長として、真空処理開始時期をコンクリートのブリーディングがほぼ終了する時期としたことと、セメント粒子をほとんど通さない処理マット(ろ過マット)を採用していることが挙げられる。真空脱水工法では、大気圧による締固めとブリーディング水の吸引により、圧縮強度、とくに床スラブで最も重要である下地コンクリートの表層部の性状を良好にすることができる。

これまでの一連の室内実験では、真空処理時の真空度(=吸引圧/大気圧)は90%前後で行ってきた。しかし、実際の施工現場では、この真空度は60%~80%程度で、現場の状況によっては、この値を下回る可能性もある。したがって、真空脱水処理の効果を大気圧による圧密⁹⁾と考えると、真空度が下がった場合には、その効果が減少する恐れがある。

そこで本研究では、これらの問題を実験的に検証

することを目的として、真空脱水処理時の真空度および処理継続時間の違いにより、コンクリートスラブ試験体の表層および内部強度分布性状がどのように異なるかを検討した。

2. 実験方法

実験要因を表1に示す。目標圧縮強度(F_c)は20MPaとし、設計スランプ(SL)は18cmとした。本実験で用いたスラブ試験体は、46(縦)×30(横)×18(高さ)cmの無筋コンクリートとし、真空度がそれぞれ60、90%で継続時間5分間の試験体、真空度を30%に下げて継続時間を15分間に延ばした試験体(30%15分)、および真空度を60%として継続時間を7.5分間とした試験体(60%7.5分)に加え、真空処理を行わない試験体(以下、無処理)の計5体を作製した。

真空処理を行う試験体の処理開始時期は、ブリーディングがほぼ終了した打込み終了3時間30分後とした。なお、ブリーディング試験は、無処理試験体を用い、試験体打込み終了後に30分間隔(3時間以降は15分間隔)で行った。図1に、無処理試験体

表1 実験要因

試験体	真空脱水			材齢 (日)	測定項目
	処理 マット	開始時期	真空度(%), 継続時間(分)		
Fc=20MPa SL=18cm スラブ厚さ =18cm	ろ過 マット	ブリーディ ングほぼ終 了時* ¹	30% (15分)	3 7 28	・ブリーディング試験(JIS) ・ブリーディング水の排水量 ・排水中の固形分量 ・反発硬度(P型, N型ハンマ* ²) ・引っ掻き硬さ(仕上学会方式) ・圧縮強度分布(材齢28日) ($\phi 5 \times 5$ cm コア, 深さ方向に3分割)
			60% (5分, 7.5分)		
			90% (5分)		
無処理					

注) Fc: 目標圧縮強度、SL: 目標スランプ、*¹: 打込み終了3時間30分後、*²: N型ハンマは材齢7、28日に測定。

を用いたブリーディング試験の結果を示す。なお、図中には、参考として、並行して行った JIS A 1123 によるブリーディング試験の結果も併示した。

図2に、本実験の真空処理工法の概略図を示す。真空度は、図中に示す真空度調節コックの開放度で調節した。図3に、各試験体の真空度の時刻歴を示す。コンクリートの打込みは3月に行い、天候は晴れ、気温15°C、湿度46%であった。試験体表面はすべて養生を行い、養生方法は実験室内湿布養生とした。

測定方法は、既報^{2) - 6)}と同様とした。スラブ試験体内部の圧縮強度は、φ5cmのコアを鉛直方向に各4本採取し、コアをコンクリートカッターで3分割し、それぞれの層について測定した。

3. 実験結果

(1) 排水量および固形分量

図4に、真空処理による排水量の測定結果を示す。ただし、無処理試験体については、ブリーディング試験によるブリーディング水量の累計を示す。図中には、単位水量に対する排水量の割合を脱水率(%)として、()で併示した。

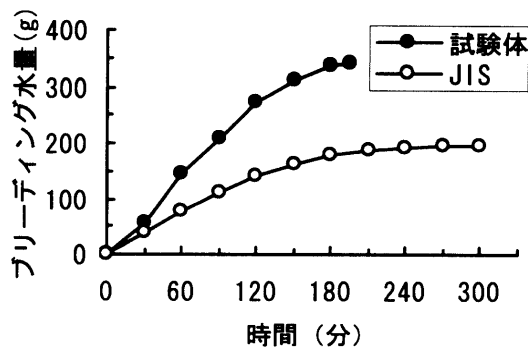


図1 ブリーディング試験の結果

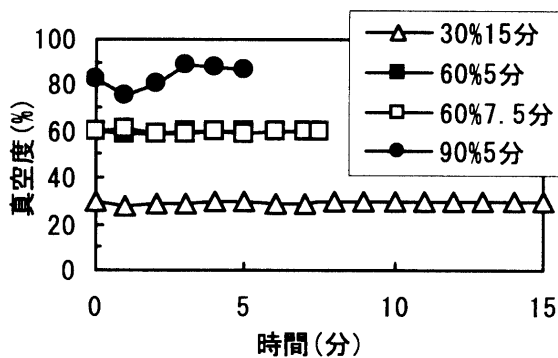


図3 真空度の時刻歴

図によれば、真空処理の継続時間を5分間とした試験体(60%5分、90%5分)では、真空度が高い90%5分の試験体の方が排水量が多くなった。しかし、処理継続時間を延長した試験体では、60%7.5分の試験体の場合、90%5分の試験体と排水量がほぼ同等の値になり、30%15分の試験体では、これらの約85%の値となった。

また、図には示していないが、真空処理を行った各試験体の排水中に占める固形分の割合は、1~2%であり、真空度および継続時間の影響はほとんど受けられないと考えられる。

(2) 反発硬度

図5および図6に、P型テストハンマおよびN型テストハンマによる表面反発硬度と材齢の関係を示す。

図5によれば、P型ハンマによる反発硬度は、真空処理の継続時間を5分間とした試験体では、真空度が高い90%5分の試験体の方が大きくなった。なお、図6のN型テストハンマの結果についても、P型テストハンマの結果と同様な傾向となった。

図7には、P型テストハンマによる各材齢ごとの反発硬度と脱水率の関係を示す。

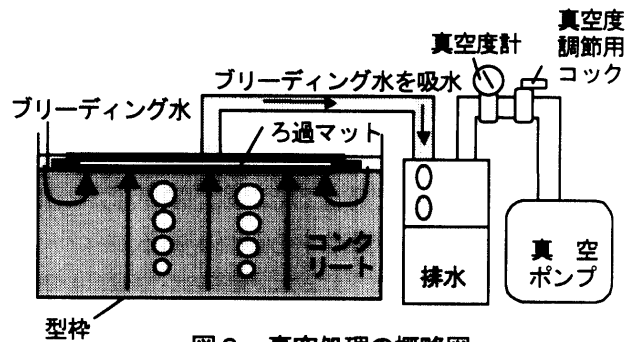


図2 真空処理の概略図

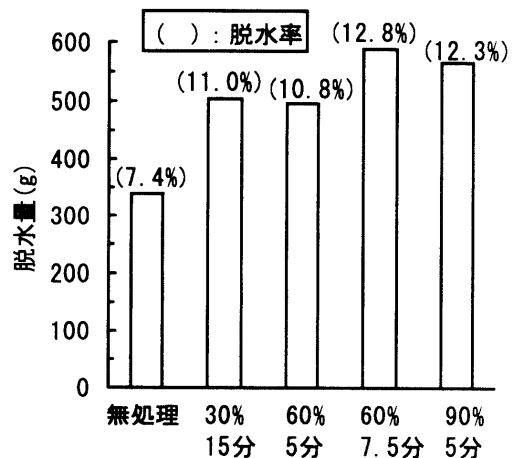


図4 真空脱水による排水量

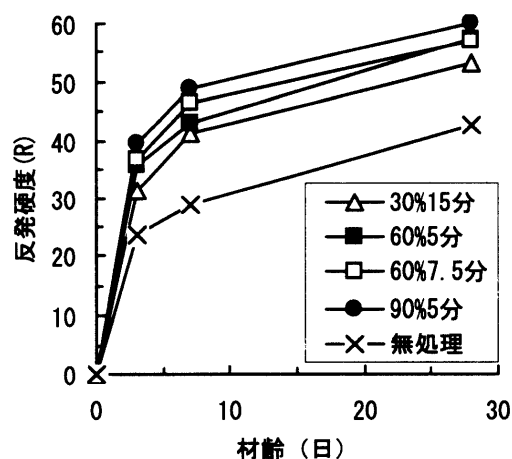


図5 反発硬度と材齢の関係(P型ハンマ)

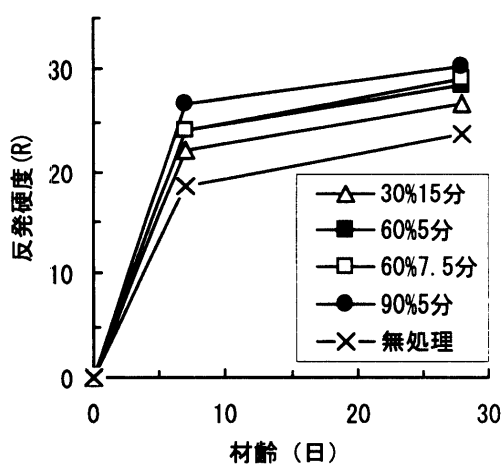


図6 反発硬度と材齢の関係(N型ハンマ)

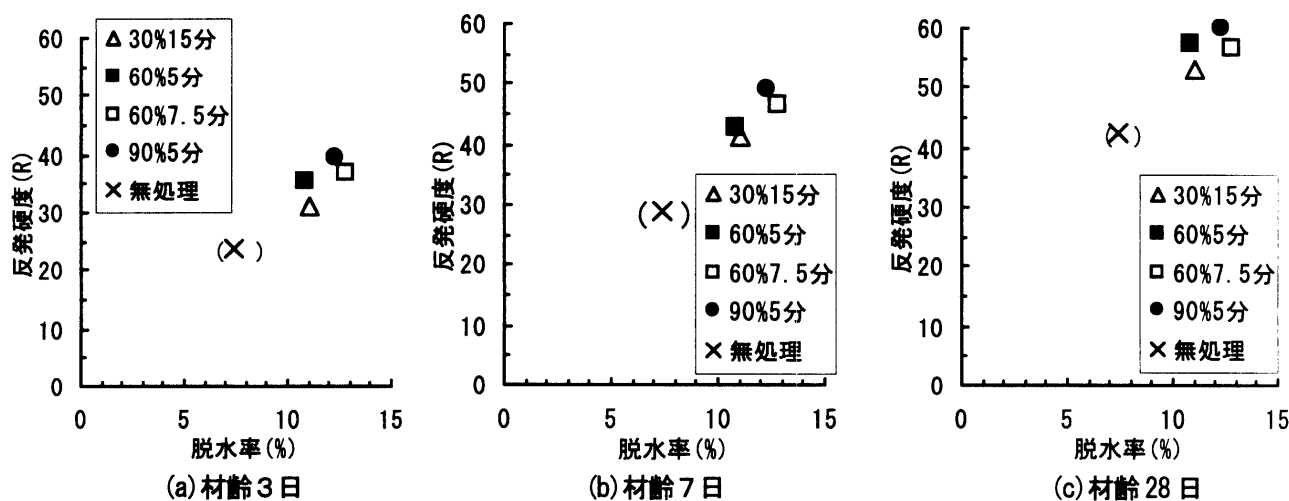


図7 反発硬度と脱水率の関係(P型ハンマ)

図によれば、真空脱水処理を行った表面の反発硬度と脱水率の間には、相関性があると考えられる。すなわち、同じ調合のコンクリートであれば、真空度および継続時間が異なっても、脱水率がほぼ同じであれば、コンクリート表面の反発硬度はおおよそ同等になるのではないかと考えられる。ただし、継続時間を延長した試験体は、継続時間を5分間とした試験体より脱水率に対する反発硬度の値は若干小さくなる傾向となる。これらの傾向は、N型ハンマでも同様となった。

(3) 引っ掻き硬さ

図8に、日本建築仕上学会方式による引っ掻きキズ幅と材齢の関係を示す。

図によれば、若干のバラツキはあるものの、P型テストハンマによる反発硬度と材齢の関係の結果とほぼ同様な傾向となった。

(4) 圧縮強度分布

図9に、コア供試体より得られた各試験体の高さ

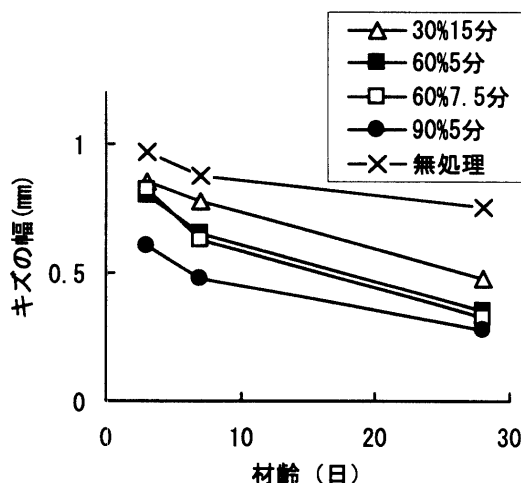


図8 キズの幅と材齢の関係(仕上学会方式)

方向の圧縮強度分布を示す。

図によれば、表層部である1層目において、無処理試験体に対する圧縮強度の増加率は、真空度が高いほど大きくなった。また、真空度60%の試験体の比較からは、処理継続時間が長い方が無処理試験体に対する強度増加率は若干大きくなる程度であった。

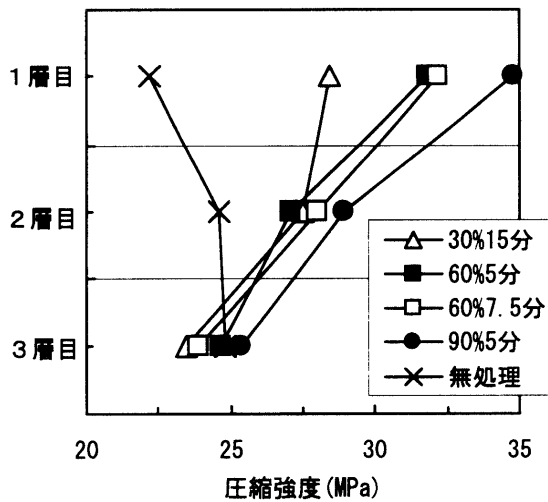


図9 圧縮強度分布

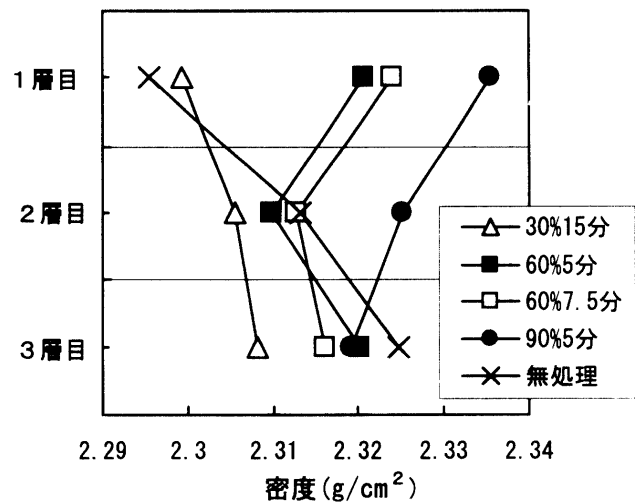


図10 密度分布

2層目、3層目では、真空度および処理継続時間の影響はあまり見られなかった。

以上のことから、真空脱水を行った試験体の無処理試験体に対する圧縮強度の増加率は、真空脱水処理時の大気圧(真空度)による締固め効果に大きく影響を受け、真空度が低い場合には、継続時間を延長しても、その改善効果は小さいといえる。

継続時間があまり長い場合には、過剰な脱水により、コンクリート内部に空隙を形成する可能性もあり、圧縮強度分布性状に悪影響を与えることも考えられる^{8), 10)}。

図10に、圧縮強度試験に用いたコア供試体の密度分布を示す。

図によれば、図9の圧縮強度分布と比較して、これまでの一連の実験で行ってきたように、無処理試験体と90%5分の試験体には、良い相関性が見られたが、その他の真空度の小さい試験体では、それとは異なる傾向が見られた。この点については、圧密理論⁹⁾の適用性も含め今後検討していく必要がある。

4. まとめ

- 1) 真空処理の継続時間を5分間とした場合には、真空度が大きい方が排水量は多くなる。
- 2) 材齢28日の試験体表面の反発硬度は、真空度が高いほど大きな値となった。

3) 真空脱水処理を行った試験体表面の反発硬度と脱水率との間には、同一調合で同一処理継続時間であれば、相関性があると考えられる。ただし、継続時間を延長した場合は、脱水量に対して反発硬度が若干低下する傾向がある。

4) 真空脱水処理を行った試験体の無処理試験体に対する圧縮強度の増加率は、継続時間に関わらず、真空度が高いほど大きくなる。

5) 真空度が小さい場合、脱水処理の継続時間を延長しても、圧縮強度の改善効果は、あまり期待できない。

[謝辞]

本実験において、骨材を提供して頂いた(株)マエックスに謝意を表します。

[参考文献]

- 1) 高林利秋: 真空コンクリート工法, 理工図書, 1962.
- 2) 7) 畑中重光, 和藤浩, 村松昭夫, 山口武志, 他: 建築床スラブ下地コンクリートの表層部の性能改善(その1~6), 日本建築仕上学会学術講演梗概集, 1999-2002.
- 8) 畑中重光, 和藤浩, 三島直生, 村松昭夫: 真空脱水工法によるコンクリート床スラブの表層および内部強度分布性状改善に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, No. 558, pp. 7-14, 2002.
- 9) 服部克巳, 三島直生, 和藤浩, 畑中重光: 圧密理論を適用したモルタルの脱水メカニズムに関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp. 471-472, 2002.
- 10) 陳滄耀, 和美広喜, 柿崎正義: 真空コンクリート工法による床スラブの施工性に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp. 383-384, 1979.

*1 三重大学工学部建築学科・教授・工博
 *2 三重大学工学部建築学科・技術専門職員
 *3 三重大学工学部建築学科・助手・博士(工学)
 *4 三重大学大学院工学研究科・大学院生・修士
 *5 三重大学大学院工学研究科・大学院生
 *6 建和・代表取締役
 *7 山口技研

Prof. Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.
 Technical Expert, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Mie Univ.
 Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.
 Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Mie Univ., M.Eng.
 Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Mie Univ.
 Kenwa Corp. Ltd.
 Yamaguchi · Giken.