

建築床スラブ下地コンクリートの表層部の性能改善 (真空脱水締固め工法に関する基礎的実験)

○ 畑中 重光*¹ 和藤 浩*²
村松 昭夫*³ 山口 武志*⁴

1. はじめに

コンクリート床では、ブリーディングによる表面の弱さが問題となる。また、仕上材を施す際には、その性能が下地材で決まってしまうことが少なくない。この問題を根本的に改善するために考案された施工方法として真空処理工法^{例えば¹⁾ - ⁴⁾}がある。真空処理工法(図1参照)は、1935年に米国で開発されたと言われていたが、日本では、土木分野への適用は多く見られるものの、建築分野では定着するに至らなかった(理由については、後述)。そこで筆者らの一部(村松、山口)は、従来の真空処理工法(従来工法)の問題点を改善し、建築分野のコンクリートにも適用可能な新たな真空脱水締固め工法(提案工法)を考案した⁵⁾。

本研究では、提案工法の位置付けを明らかにするとともに、本工法の更なる改善を目的とする一連の基礎的実験を行った。

2. 従来工法の問題点とその改善(提案工法)について

従来工法が建築分野で定着しなかった主な理由の一つとして、建築用コンクリートのスランプが15～18cmと大きいことが挙げられる。すなわち、従来工法では、真空処理開始時期がコンクリート打設後30分以内と早いので、軟練りコンクリートの場合、作業時に直接コンクリート上には乗れない。そのため、足場が必要となり、實際上、施工現場

でのコンクリートの打設に追いつかないのである。

また、その他にもいくつかの問題点が挙げられるが、従来工法の問題点を改善した提案工法の主な特長は、以下の3点である。

- 1) ブリーディングがほぼ終了した後に吸引(直接コンクリート上に乗って真空処理作業が可能)。
- 2) セメント粒子を通さないろ過マットを採用(表面強度の確保)。
- 3) コート剤の散布(施工終了と同時に保水養生を開始し、表面強度を確保)。

図2に、従来工法と提案工法における真空処理(吸引)時間とブリーディング水の吸引量の予測図を示しておく。このような吸引時間の短縮は、上記の1)の特長によって可能となっている。また、その結果として、1日あたりの施工量の増大が可能となる。

3. 提案工法の改善

提案工法を適用したコンクリートの性質は、技術資料⁵⁾として既に一部報告してあるが、諸条件

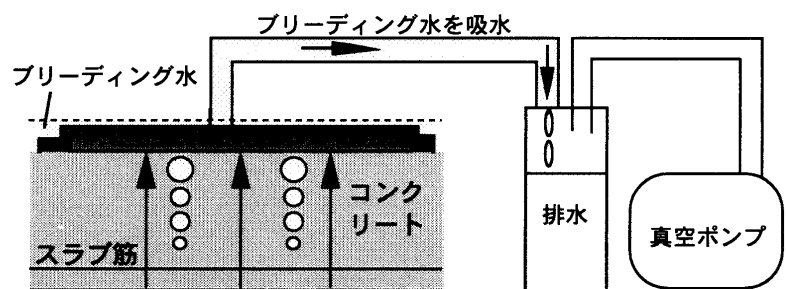


図1 真空処理工法の概略図

Improvement of Surface for Slab Concrete
(Experiment on Vacuum Processing Method)

HATANAKA Shigemitsu, WATO Hiroshi, MURAMATSU Akio and YAMAGUCHI Takeshi

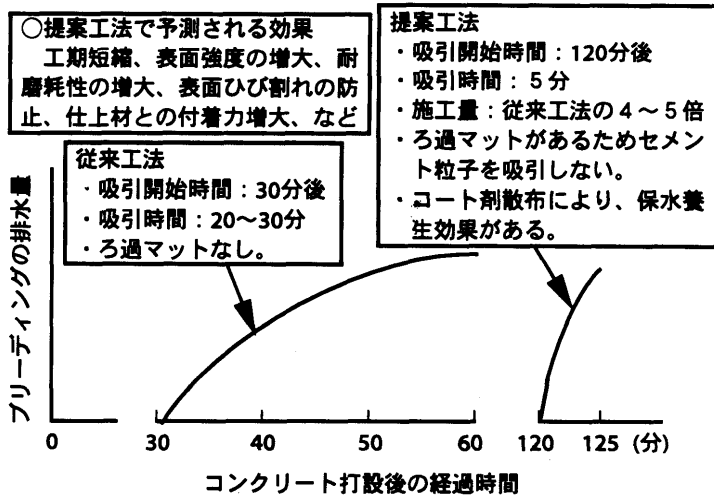


図2 従来工法と提案工法の主な比較

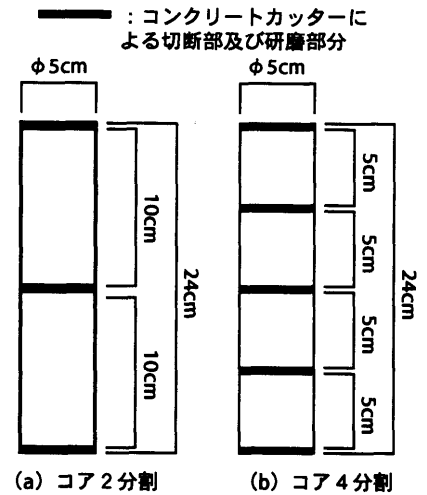


図3 コア試験体の概略図

表1 実験要因

強度 レベル	スラブ (SL)	真空脱水		
		ろ過 マット	開始時期	コート 剤散布
20MPa	8cm	使用	30分後	無
	20cm		120分後	
			無処理	

表2 コンクリートの調合表

SL (cm)	Fc (MPa)	W*/C (%)	S/a (%)	単位質量 (kg/cm ²)				SP (C×%)
				W*	C	S	G	
8	20	65	50	180	277	913	927	0.3
20				185	285	904	918	

注) SL: 実測スラブ, Fc: 目標圧縮強度, W*: 水(W+SP), W*/C: 水セメント比, S/a: 細骨材率, C: セメント, S: 細骨材, G: 粗骨材(5-13mm), SP: 高性能AE減水剤

が異なる場合の改善効果について定量的な評価を行うには至っていない。そこで、提案工法の位置付けを工学的に明確にするとともに、諸条件の最適値を探ることが重要と考えた。本実験では、提案工法によって得られるコンクリートスラブの基本性状を調べることを目的とした。

3.1 実験概要

(1) 実験要因

表1に実験要因を示す。なお、本実験では、コート剤の影響については検討しなかった。コンクリートの調合表を表2に示す。設計スラブ(SL)は、8 cm および 20cm の2種類とした。

(2) 試験体

2種類のコンクリート (SL=8 cm, 20cm) のそれぞれに対し、スラブ用の試験体 (60(縦)×40(横)×24(高さ)cm) を3体、標準試験体(φ10×20cm) を5本作成した。

(3) 測定方法

真空処理開始時より吸引されるブリーディング水の排水量(L/m²)を測定した。なお、真空処理しない試験体(ここでは、無処理試験体と称する)については、打込み120分後に真空度(=吸引圧

／大気圧)が0%に限りなく近い状態でブリーディング水を吸引した。

また、吸引水を絶乾状態にし、固形分の重量を測定した。本実験で使用した真空ポンプの性能は、100V, 200W, 排気能力0.1MPa(毎分40L)である。真空度の実測値を表3に示す。

スラブ試験体の表面の硬度は、N型およびP型テストハンマ、並びに、ひっかき装置^{6)~8)}を用いて測定した。

圧縮強度は、スラブ用の試験体よりφ5 cmのコアを各7本採取し、図3に示すように、コアをコンクリートカッターで切断(4分割と2分割)し、それぞれの層について測定した。

4. 実験結果

4.1 排水量

ブリーディング水量または真空脱水による排水量を図4に示す。図によれば、スラブの大きさ

表3 真空度の実測値

スラブ	開始時期	真空度
8cm	30分後	70~80%
	120分後	80%
20cm	30分後	50~60%
	120分後	60~70%

注) 真空度=吸引圧/大気圧

に関わらず、真空処理を行った場合の排水量は無処理の場合の約2倍と多かった。また、総排水量の使用水量に対する割合（カッコ内の数値）は、スランプ20cmの方が8cmの場合よりも5%程度高い。これらの実験結果は、柿崎ら¹⁾の得た結果に相当する。なお、スランプ20cmで真空処理開始時期が打設30分後の試験体については、真空処理後もさらにブリーディング水が確認されたため、打設120分後に再排水を行った。

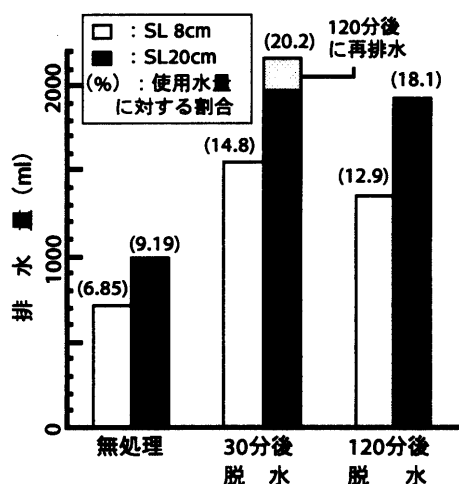


図4 排水量（試験体面積0.24m²）

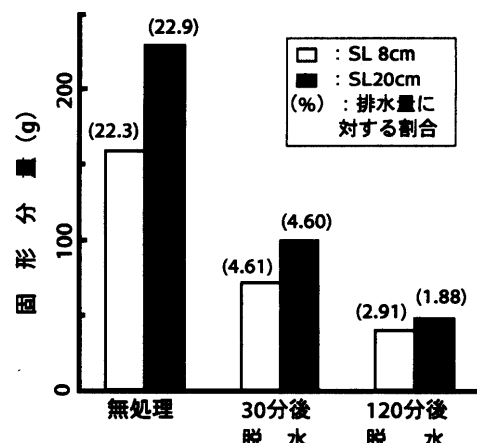


図5 排水中の固形分量

4.2 固形分量

排水中の固形分の重量を図5に示す。図によれば、固形分の重量は、スランプの大きさ

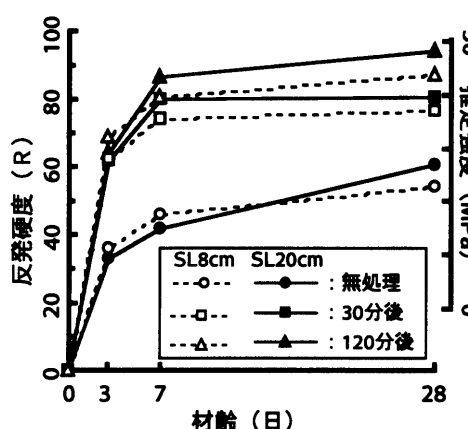


図6 材齢と反発硬度の関係（P型ハンマ）

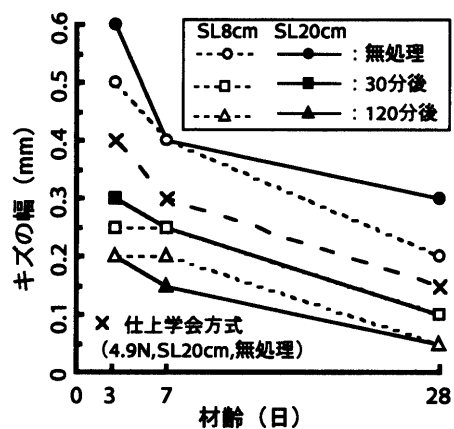


図7 材齢とキズの幅の関係（三重方式：垂直力15N）

にかかわらず、無処理の試験体に比べ真空処理を行った試験体では、極端に少なくなっている（30分後脱水の場合、約0.4倍、120分後脱水の場合、約0.3倍）。また、排水中に占める固形分の割合（図中の（ ）内の数字）も脱水処理時期が遅いほど小さくなっており、セメント分の損失を少なくできると考えられる。

4.3 反発硬度

P型テストハンマによる表面反発硬度と材齢との関係を図6に示す。なお、図中には、参考値として日本材料学会の推定式による強度もMPaに換算して併示してある。図によれば、P型テストハンマによる反発硬度は、コンクリートのスランプにかかわらずほぼ同様な値となった。児玉²⁾の報告と同様、真空処理した試験体では、無処理のものと比較して初期材齢における強度の発現が極めて良好である。また、30分後脱水と120分後脱水の試験体を比較すると、いずれのテストハンマ

を用いた場合も、反発硬度は、120分後脱水の方が大きい。なお、図には示していないがN型テストハンマの試験結果も同様な傾向となった。

4.4 ひっかき硬さ

筆者らの一部（畑中、和藤）が試作した試験装置^{6), 7)}（垂直力：15N）を使用して得られたひっかきキズの幅と材齢の関係を図7に示す。今回の試験体は、表面付近だけが強いため、内部を含めた平均強度との関係^{6), 7)}は論じることはできないが、図によれば、ひっかきキズの幅は、材齢とともに減少しており、上記の反発硬度と相関性があるといえる。なお、図には一例しか示していないが、日本建築仕上学会方式⁸⁾のひっかき試験装置（4.9Nと9.8N）を用いた場合も垂直力に比例する形で図7と同様な傾向が得られた。

4.5 コア試験体の圧縮強度

スランプが8cmと20cmの試験体から切り出したコア試験体の圧縮強度分布をそれぞれ図8お

よび図9に示す。これらの図によれば、いずれのスラブの試験体でも、無処理の場合、最下層(1層目)より上層(2, 3, 4層目)にいくに従って、圧縮強度は漸減していく。一方、真空脱水を行っ

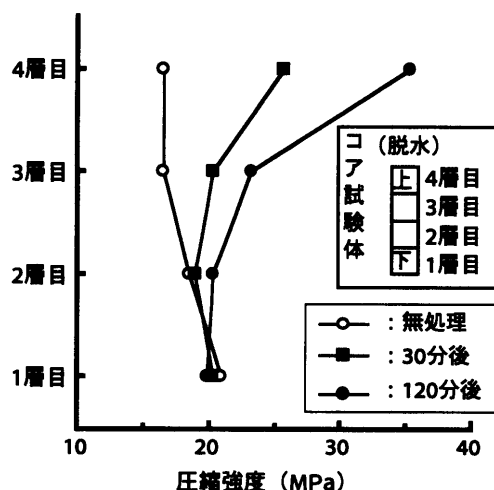


図8 圧縮強度分布
(SL8cm・4分割)

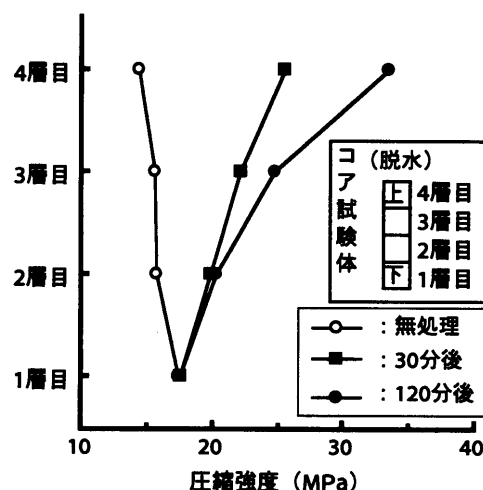


図9 圧縮強度分布
(SL20cm・4分割)

た場合は、上層にいくに従って逆に増加している(とくに、120分後脱水の場合)。なお、スラブ8cm(図8)と20cm(図9)の試験体を比較すると、最上層(4層目)の圧縮強度には顕著な差はなかったが、一般に、スラブ20cmの場合には上層に向かって圧縮強度が漸増する傾向が、スラブ8cmの場合には3層まではあまり変化せず、4層目で急増する傾向が見られた。また、脱水時期の影響については、いずれのスラブの試験体とも120分後脱水の方が30分後脱水より圧縮強度が大きくなり、その差は上層にいくに従って顕著になっている。この傾向は、児玉²⁾の報告と類似している。なお、図には示していないが2分割したコア試験体も4分割した試験体と同様な傾向が見られた。

5. まとめ

- 1) 従来の真空処理工法を建築床スラブに適用する際の問題点を把握し、改善すべき点を指摘した。
- 2) 排水中に占める固形分の割合は、真空処理開始時期が遅いほど小さくなり、セメント分の損失を少なくできると考えられる(図5)。
- 3) 各層の強度分布は、真空処理開始時期とスラブによってかなり異なった(図8, 図9)。
- 4) 真空処理の開始時期を打設後30分(従来工法)および120分(提案工法)とした場合、排水量

は打設後30分の方が多かったが、表面のひっかき硬さ、反発硬度、および圧縮強度分布については、打設後120分の方が良好な結果が得られた(図4, 図7~図9)。

- 5) 提案工法によって得られるコンクリート床スラブの諸性状については、今後更に実験データを蓄積したいと考えている。

【謝辞】本実験に際し、ご協力を得た渡辺真哉君(三重大学建築学科)に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 柿崎, 和美, 陳: 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実験研究, 鹿島技術研究所年報, 第27号, pp.81-84, 1979.
- 2) 児玉: 真空処理後のコンクリートの性質, セメント・コンクリート, Vol.16, pp.284-289, 1962.
- 3) 細川, 尾崎, 菅田: 真空処理によるコンクリートの耐久性の改善, セメント・コンクリート論文集, No.43, pp.210-215, 1989.
- 4) 中沢, 谷川, 黒崎: 真空処理がコンクリートの強度に及ぼす影響, セメント・コンクリート論文集, No.44, pp.342-347, 1990.
- 5) ベストフロー工業会: ベストフローシステム, ベストフローシステム技術資料3, 1994.
- 6) 和藤, 王, 畑中: 劣悪コンクリートの強度推定に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19-2, pp.357-362, 1997.
- 7) 和藤, 王, 畑中, 谷川: 劣悪コンクリートの簡易診断方法に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20-1, pp.341-346, 1998.
- 8) 土田, 小野寺, 浅見, 他: 床下地表面硬さの簡易測定方法に関する研究—その3 引掻き硬さ測定器の検討—, 日本建築仕上学会1997年大会学術講演会研究発表論文集, pp.9-12, 1997.

* 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・技術官
* 3 榊建和・代表取締役
* 4 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.
Kenwa Corp. Ltd.
Yamaguchi-Giken Corp.