ベストフロアーシステム技術資料

RV工法　品質改善効果と施工性

２０２０年１２月

ベストフロアー工業会

技術協力：三重大学大学院工学研究科　畑中研究室
日本大学生産工学部建築科　湯浅研究室

目次

１．真空脱水工法による密度・強度改善 2) 3
1.1 コンクリート配合 3
1.2 表層密度と圧縮強度・反発度 3
２．乾燥収縮低減効果 4) 4
３．耐久性 4
3.1 促進中性化試験 5) 4
3.2 塩化物イオン浸透深さ 6) 5
3.3 初期凍害抵抗性 6
3.3.1 不凍液中での凍結実験 7) 6
3.3.2 気中凍結の場合 8) 7
3.4 透水・吸水・透湿性能 6) 7
3.4.1 透水試験 7
3.4.2 吸水試験 8
3.4.3 透湿性能 8
3.4.4 表面摩耗性能 9) 9
４．仕上げ材との付着性能 10) 9
５．塗り床材のふくれ回避 11) 10
６．表面再振動+真空脱水による強度的性状と施工性の向上 11

ベストフロアーＲＶ（Re-Vibration）工法は、床版コンクリート打設後、ブリーディング終了間際に、コンクリート表面に振動スクリードで表面再振動を行い、続いて真空による脱水・圧密を行う「真空脱水促進工法」である。以下 RV(真空脱水)という。

本技術は、水平または緩勾配に打設されたコンクリートに対し、真空脱水・圧密作業の直前に、表面再振動を掛ける。表面再振動はブリーディング水の再浮上を促進すると共に、沈下ひび割れ修復作用が期待できるので屋外の条件でも真空処理が容易となり、短時間の処理でひび割れが少ない表層性能改善ができる。

これまでの実験から、真空脱水によるコンクリート表層部の改善効果は、真空継続時間より真空度が寄与することが分かっている。[13] 高い真空度の確保と速やかな真空度の上昇はベストフロアーシステムにおいて大切な要素である。

また、直近の実験室実験では次の様に報告されている。「真空脱水の圧密効果の方が再振動の効果より圧倒的に大きい。従って、品質改善効果に影響を与えることはない。再振動の導入は、スラブの性能改善だけでなく、施工時間の短縮にもつながると考えられる。[13] 今後、再振動条件などの検討が必要だが、本資料では真空脱水による力学的な性能を従来工法(金コテ仕上げ)と比較する。

なお、本資料では断りがない場合は真空度 90%、継続時間 5 分間における測定データである。

床スラブにおける鉄筋かぶり部が「緻密」になり且つ「水セメント比が低下」するので、強度および耐久性が向上すると同時にひび割れ抑制効果を発揮する。なお、表面再振動を行うタイミングはブリーディング現象が終了する間際が良いとされているのでこれまでの真空脱水工法のタイミングと合致する。

これまでの実験で、多くのことが体系づけられて来たが、このことについては「新しい真空コンクリート工法‒理論と施工の実際‒畑中重光編著(工文社 2016)」を参考にしていただければ幸いである。

１． 真空脱水工法による密度・強度改善[2)]

1.1 コンクリート配合

20-18-20N 配合の試験体を真空脱水・圧密処理した。コンクリート配合を**表 1** に示す。

表 1 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単位質量（kg/m^3）				SP (C×%)	SL (cm)
		W	C	S	G		
65	56	185	285	993	801	0.4	18

1.2 表層密度と圧縮強度・反発度

24 ㎝厚さ試験体の材齢 28 日における試験結果を**表 2** に示す。

表 2 密度･圧縮強度 [2)]

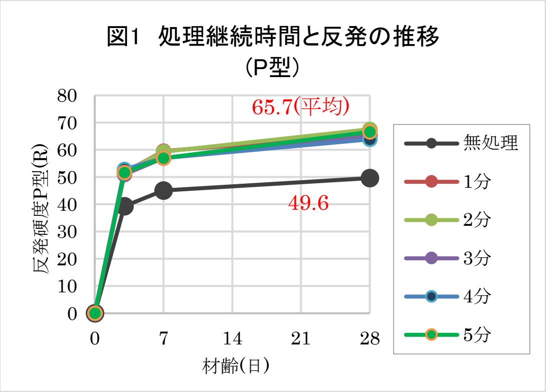
改善項目	表層密度 (ｇ/cm 3)	圧縮強度σ=28 表層 5 ㎝（N/㎜ 2)
無処理	2.295	29.5
RV(真空脱水)工法	2.375	41.8
改善効果	3％向上	42％向上

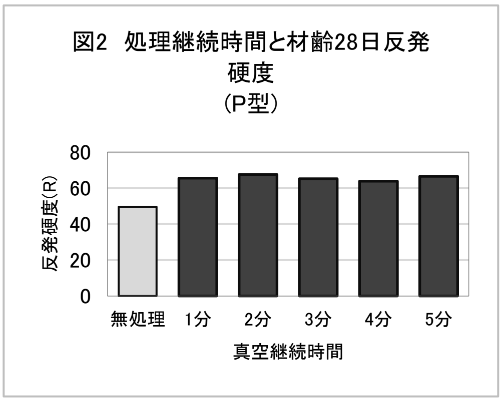
表層部の密度は 5%向上し緻密になっていることを示している。

表層部 5 ㎝の圧縮強度は無処理に比べて 70%、反発硬度は 35%改善された。

別の実験室実験であるが、厚さ 18 ㎝,Fc；36、SL;12 ㎝のコンクリートの処理継続時間と反発度について材齢と反発度の関係を**図 1**､**図 2** に示す。[3)]

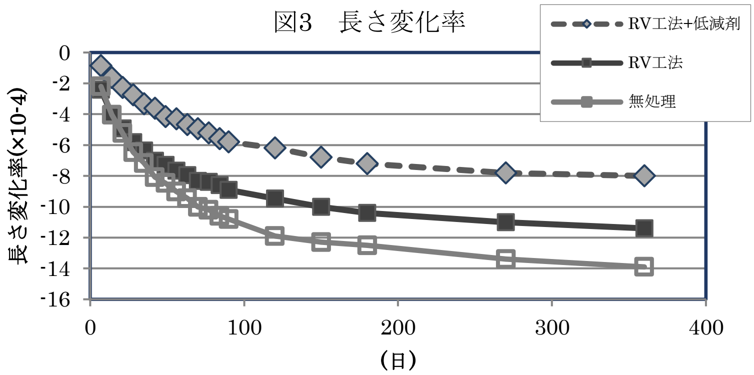
図 1 より、処理継続時間が 1 分以上の試験体は、材齢 3 日から 28 日の反発度はほぼ同様の水準で推移した。**図 2** より処理継続時間と材齢 28 日反発硬度は 1 分以上の継続時間の平均は 65.7 となった。無処理の反発硬度は 49.6 であり、改善効果は処理時間 1 分以上の改善効果は 32％とほぼ一定であった。[3]





２． 乾燥収縮低減効果 [4]

1：3.3 モルタル配合で試験した結果を**図 3** に示す。



JIS A 1129.2「モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法」に準じて試験した。

360 日後の長さ変化率は、無処理；-13.9×10^{-4}、RV(真空脱水)；-11.4×10^{-4}、収縮低減剤 4％配合；-8.00×10^{-4} であった。

RV(真空脱水)処理を行うと、余剰水が取り除かれ、かぶり部のコンクリートは圧密される。その結果、水セメント比が小さくなり緻密な構造になるので、コンクリートの「乾燥収縮」が小さくなる。図によれば、18％程度の収縮低減を図ることができた。収縮低減混和剤を適切に使用すると 40％程度の収縮低減効果が得られる。

３． 耐久性

コンクリートの耐久性能効果を把握する目的で行った。

3.1 促進中性化試験 [5]

促進中性化試験に用いたコンクリートの配合を**表 3** に示す。

ブリーディング終了間際に真空脱水処理を 5 分間行った。脱型後、試験体を 28 日間水中養生し、その後 28 日間乾燥養生した。養生期間終了後、打ち込み面以外をエポキシ樹脂でシールし、温度 20℃、相対湿度 60%、CO_2 濃度 5%の環境条件下で、促進中性化養生を行い、7、33、74、182 日の材齢で中性化深さを測定した。

表 3 コンクリート配合表

W/C (%)	S/ a (%)	単位質量(ｋｇ/m^3)				空気量 (%)	高性能減水剤(%/C)	スランプ (㎝)
		水	セメント	細骨材	粗骨材			
55	50	175	318	904	917	3.8	0.6	19
45		162	359			4.6	0.8	17

中性化養生期間と中性化深さとの関係を**表 4**、**図 4** に示す。

表 4 に基づいて、促進中性化の条件下で中性化が 30ｍｍ(かぶり厚さを想定)に達する期間と、その期間に及ぼす真空脱水処理の効果を試算した結果を**表 5** に示す。中性化深さを尺度とした耐久性は、W/C45％の場合は無処理の 5.3 倍、W/C55％では 11.7 倍となった。無処理の場合の中性化期間を 50 年とした場合、W/C45％では 260 年、W/C55％では 580 年と計算される。

W/C55％の配合で比較すると無処理 13.5 ㎜に対して真空脱水したものは 5.4 ㎜となり 60％の改善効果となった。

図4 促進中性化期間と中性化深さ

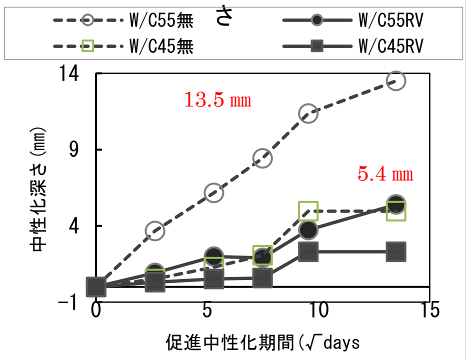


表 4 中性化養生継続期間と中性化深さ

中性化期間(日)	7	33	74	182
W/C55 無処理	3.67	6.16	8.42	13.5
W/C55 真空脱水	0.91	1.98	1.91	5.40
W/C45 無処理	0.51	1.29	2.07	4.96
W/C45 真空脱水	0.32	0.52	0.58	2.30

(中性化深さ：㎜)

(*真空脱水処理の効果＝真空脱水したコンクリートの中性化深さが 30mm に達する期間／無処理の場合の中性化深さが 30 ㎜に達する期間として計算した)

表5 真空脱水処理による中性化遅延効果

W/C (%)	処理の有無	30 ㎜中性化深さに達する期間(年)	中性化遅延効果*
55	RV(真空脱水)	21	11.7 倍
	無処理	1.8	
45	RV(真空脱水)	85.3	5.3 倍
	無処理	16	

3.2 塩化物イオン浸透深さ [6)]

塩化物イオン浸透性、透水、吸水、透湿試験、に使用したコンクリート配合を**表 6** に示す。結果を**表 7**、**図 5** に示す。

表 6 コンクリート配合

W/C (%)	S/ a (%)	単位質量(ｋｇ/m^3)				空気量 (%)	高性能減水剤(%/C)	スランプ (㎝)
		水	セメント	細骨材	粗骨材			
60	54	185	308	907	848	3.5	0.25	18

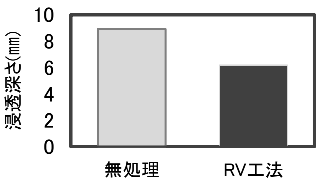
試験は土木学会の表面含侵材の試験方法(案)を用いた。所定の養生を終えた試験体の真空

脱水処理および無処理試験体の打設面が側面になるようにして、試験体の上面が水面下 20mm になるように、同恒温恒湿室(温度 20±2℃、湿度 60±5℃)内で 3%Nacl 溶液に浸せきして、塩化物イオン浸透試験を行った。

表 7 塩化物イオン浸透深さ測定結果

	平均浸透深さ(mm)	浸透深さ比(%)
RV(真空脱水)	6.19	69.4
無処理	8.92	

図5 塩化物浸透深さ



試験開始から 63 日後の塩化物イオンの浸透深さは、無処理試験体が 8.92mm に対して処理されたものは 6.19mm と 31%の性能改善となった。

3.3 初期凍害抵抗性

真空脱水処理を行ったコンクリートの初期凍害抑制効果について試験した。

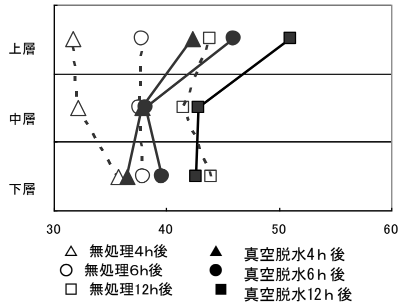
3.3.1 不凍液中での凍結実験 7)

コンクリートの練りあがり温度は 12.5℃で、凍結開始材齢は，コンクリート打込み後から 4，6，12 時間後とした。(真空脱水処理は 4 時間後に行った。)

(配合は C336、W/C55%、s/a50%、SL17 ㎝、練り上がり温度 12.5℃である)

処理開始時期は, 最も効果が大きいとされるブリーディング終了間際とし、本実験では打設 4 時間後とした。凍結を与える試験体は、各凍結開始材齢において、凍結融解試験槽を用い、－5℃の不凍液中に 12 時間沈めた。試験体はビニル袋で密閉し, 直接不凍液が当たらないようにした。

図6 凍結開始時期と強度

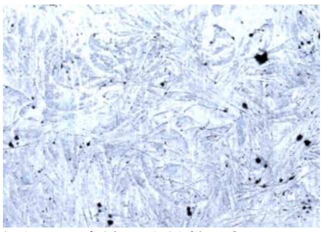


凍結後の養生はビニル袋で密閉した状態で、気温 5℃相対湿度 60%の恒温室内で材齢 3 日まで行った。材齢 3 日で気温 20℃相対湿度 60%の恒温室に全試験体を移し、材齢 7 日の脱型までは型枠内封かん養生とした。脱型後、28 日圧縮強度試験を行うまでは、気温 20℃相対湿度 60%の雰囲気で気中養生を行った。結果を**図 6** に示す。

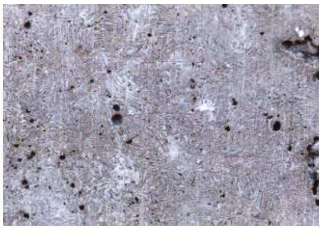
図によれば、処理直後(4ｈ)に凍結させたものでも中層・表層は強度が増加しており、表層強度は 12 時間後に凍結させた無処理のコンクリートと同程度になった。

①本実験条件において，真空脱水処理の効果は表面より 5cm までで，表層部では 10MPa 程度の圧縮強度の改善があった。

②本実験の範囲では，-5℃の凍結を 12 時間受けても，コンクリートが 1MP 程度の圧縮強度を発現していれば，材齢 28 日の圧縮強度残存率は 95%以上となる。



a）無処理　凍結開始材齢6時間



b）真空脱水　凍結開始材齢6時間

写真１　凍結表面写真

写真 1 a）は無処理、b）は、処理を行った後凍結開始材齢 6 時間の試験体の凍結試験直後の表面性状である。試験体表面に現れている氷の結晶の痕跡は、無処理試験体の痕跡が鮮明であった。

3.3.2 気中凍結の場合 8)

実験はモルタルで行った。配合を**表 8** に示す。凍結条件は実際の施工現場を想定し気中凍結とした。凍結条件は－10℃気中環境下での実験とした。

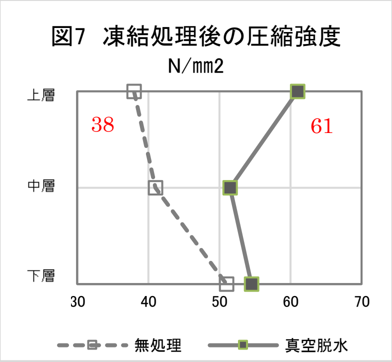
表 8 モルタル配合表

W/C	s/m	s/c	フロー値	水	セメント	砂	混和剤	空気量%
55	50	2.45	211	292	529	1295	0.07	4

s/m；細骨材の容積/モルタルの容積　　s/c；砂/セメント比

D165×W278×H165mm の角柱体にモルタルを打込み、真空度 90%で 5 分間真空脱水を行った。無処理の試験体と処理試験体の内部温度分布、圧縮強度分布、反発度を比較した。

ここでは表層から深さ 50㎜までの圧縮強度について比較した。**図 7** に W/C＝55%で真空脱水直後に凍結させた試験体の圧縮強度を示す。



図によれば、脱水直後に凍結させた試験体でも、真空脱水処理を行った場合は、無処理試験体と比較して、60%の強度改善が見られた。この時の、上層部圧縮強度はそれぞれ無処理；38, 真空脱水処理；61(N/㎜ 2)であった。

3.4 透水・吸水・透湿性能 6)

3.4.1 透水試験

表 6 に示す配合のコンクリートで試験した。真空脱水処理を施して所定の養生期間を経たものを試験体とした。

試験方法は、（財)土木学会基準 JSCE-K-571-2005「表面含浸剤の試験方法」中の【5.試験体】および【6.3 透水量試験】に準拠した。試験結果を**表 9** に示す。

7 日後の透水量は無処理が 8.5 ㎎、RV(真空脱水)処理が 3.2 ㎎となった。透水比は 0.376 に減少し、表層からの水分侵入が著しく抑制されていることが分った。透水抑制率は 62.4%となった。

表 9 透水量試験結果

無処理	RV(真空脱水)
8.5	3.2

7 日透水量(mg)

3.4.2 吸水試験

RV(真空脱水)試験体の脱水処理面および無処理試験体の打設面が、側面になるようにして、吸水試験を行った。

試験開始時から 7 日後に、試験容器から試験体を取り出し、湿布を用いて表面の水分を除去した後、質量を測定し吸水率を求めた。結果を図 8、表 10 に示す。

図8　吸水性

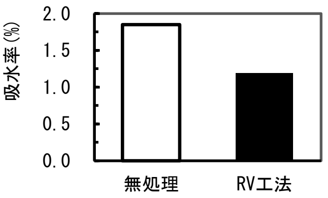


表 10　吸水試験結果

	無処理	RV(真空脱水)
吸水量(g)	1.85	1.19

吸水量(g)

吸水量は無処理が 1.85ｇ、処理したものは 1.19ｇとなり、吸水比は 64.4%に低減した。

3.4.3 透湿性能

RV(真空脱水)試験体の脱水面および無処理試験体の打設面が、水面より 10mm 程度高くなるように同恒温恒湿室(温度 20±2℃、湿度 60±5℃)内で水中に浸せきし、真空脱水試験体の脱水面および無処理試験体の打設面に対向する面(吸水面)から、72 時間吸水させた。水中浸せき時は、試験体下部にスペーサーを置き、試験体の吸水面が容器底面から 20mm になるようにした。

b）吸水後、試験体を取り出して、試験体表面の水を乾いた布でふき取り、吸水面を浸透性のないアルミテープで包み込むようにしてシールした。

c）吸水面をシールした試験体の質量(Wv0)を 0.01g まで測定して、透湿度試験前の質量とした。その後、同恒温恒湿室(温度 20±2℃、湿度 60±5℃)に、真空脱水試験体の脱水面および無処理試験体の打設面を上にして 7 日間静置した。

d）7 日間の静置後、試験体の質量(Wvi)を 0.01g まで測定して、式(1)によって透湿量(Wv)を求めた。透湿量は、4 個の試験体の平均とした。また、真空脱水試験体および無処理試験体の透湿度から式(2)により、透湿比を求めた。結果を図 9、表 11 に示す。

図9　透湿性

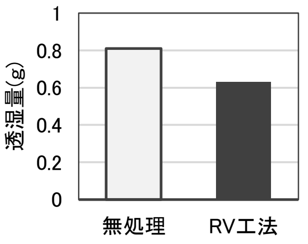


表 11　透湿試験結果

	透湿量(ｇ)	透湿度
無処理	0.81	1
RV(真空脱水)	0.63	0.78

透湿性能は、無処理試験体が 0.81ｇに対して処理されたものは 0.63ｇとなり、22%の向上となった。透湿度比；78%である。

3.4.4 表面摩耗性能[9)]

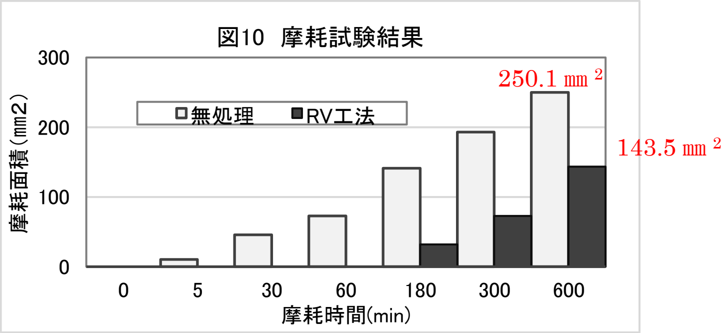
コンクリートの摩耗性能を評価する方法としてテーバー式摩耗試験（JISA1453）があるが薄いモルタルでの評価が一般的である。ここでは，真空脱水処理を行ったコンクリートスラブに，自動車走行を想定した回転ラベリング試験を適用し，その耐摩耗性を定量的に評価する。コンクリート配合は前出**表 1**（p．3）の配合で行った。

写真２摩耗試験器

回転ラベリング試験機を**写真２**に示す。タイヤの数は２ 個，タイヤの周回速度は 12.25rpm であり，写真－2 に示すタイヤチェーンを用い，油圧ジャッキでタイヤに軽自動車の荷重を想定した 5kN の荷重をかけ，試験体の表面を走行させた。評価方法は，試験体表面の目視による観察とレーザー変位計による表面形状の測定とした。

RV 工法(真空脱水)は真空度 60％で 5 分間処理した。摩耗時間と摩耗面積の関係を**図 10** に示す。

60 分までは無処理は摩耗しているが真空脱水されたものは摩耗面積＝0 であった。
180 分で摩耗しはじめ 600 分後の摩耗量は、無処理 250.1 ㎜ ²、RV 工法 143.5 ㎜ ² と 57％に減少した。改善効果は 43％である。



ある程度の期間は摩耗面積の増加が抑えられている。特に走行時間の短い 180 分頃までは，真空脱水処理を行った試験体は高い耐摩耗性を示している。
しかし，真空脱水処理による耐摩耗性の改善効果は表面からの深さが深くなるにつれて徐々に弱まっていき，表層のモルタル分が摩耗すると内部の粗骨材の摩耗性に依存することになる。

４． 仕上げ材との付着性能[10)]

RV(真空脱水)処理を行い、翌日に、試験体表面に霧吹きで 20g の水を塗布後、型枠上面をビニールシートで覆い封緘養生を 7 日間行った。封緘養生後は、21 日間実験室内気中養生を行った。その後、30 番サンドペーパーで試験体表面を磨き、橋梁防水用高性能アクリル系プライマーを 330g/m2 施した。付着試験は、建研式付着試験器を用い、防水プライマー施工の 10 日後に行った。
注）プライマー；東亜道路製変性アクリル系プライマー樹脂

コンクリートは表 1 に示す 30-18-20N 配合である。

付着試験後の試験体の外観を**写真 3** に示す。写真中□枠で囲んだものは、アタッチメントとの界面剥離が見られたのでデータから除外した。

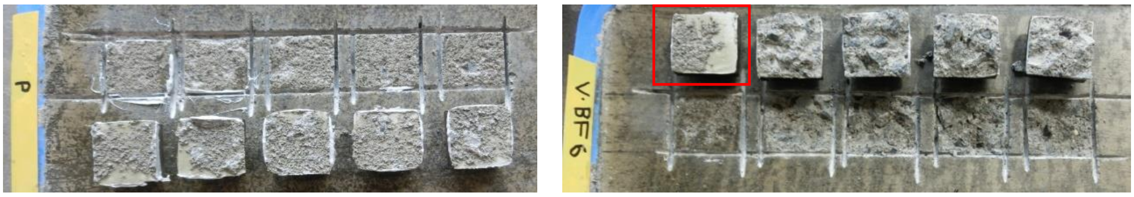


写真 3　接着試験後の試験体　左;無処理　右;真空脱水処理

無処理はコンクリートのごく表層で破壊し、真空脱水処理はコーン破壊した。付着試験結果を**表 12** に示す。

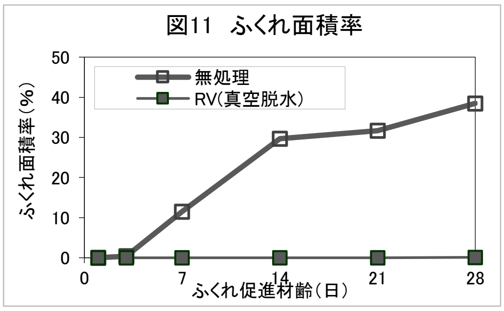
表 12　付着試験結果

実験要因	付着力(N/mm²)
無処理	2.63
RV(真空脱水)処理	3.91

真空脱水処理したものは 48%の付着力の向上が見られた。

５．塗り床材のふくれ回避 [11)]

RV(真空脱水)処理が、塗り床材のふくれに及ばす影響を調べるため、ふくれ促進試験を行った。



試験体作製後、材齢 10 日において塗り床を施工した。塗り床の施工は試験体全面に行い、用いた塗り床材は低強度無溶剤系エポキシ塗り床材で、塗布厚は 1 ㎜ とした。なお、試験体の作製および養生は、20℃、RH60%の恒温恒湿室にて行った。材齢 28 日においてふくれ促進試験に供するコア供試体を採取した。コアの大きさはφ150 ㎜とした。

ふくれ促進試験は、20℃の恒温室において、ふくれ促進用の試験体を 30℃の恒温水槽に入れ、塗り床材を塗布した面から 10 ㎜下まで浸せきさせることでふくれ促進させた。その後、ふくれ促進材齢 1 日、3 日、7 日、14 日、21 日、および 28 日において、試験体中心部φ75 ㎜部分のふくれ面積の測定を行い、ふくれ面積率を求めた。

ふくれ促進期間とふくれ面積率の関係を**図 11** 示す。28 日後の状況は、真空脱水処理を施した試験体は、ふくれ面積率 0.1%、無処理は 38.5%であった。

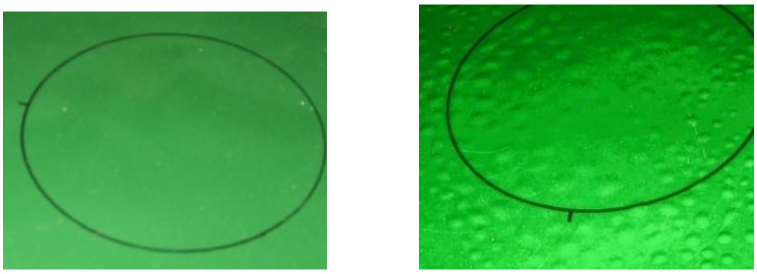


写真 4　左；真空脱水工法ふくれ無し　　右；無処理ふくれ多数

６． 表面再振動+真空脱水による強度的性状と施工性の向上

6.1 実験室実験

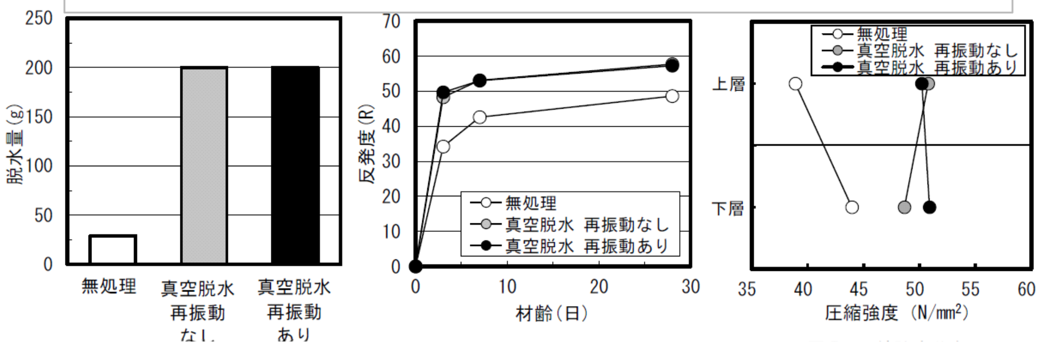
これまでの研究で、真空脱水によるコンクリート表層部の改善効果は、真空継続時間より真空度が寄与することが分かっている [12)]。高い真空度の確保と速やかな真空度の上昇はベストフロアーシステムにおいて大切な要素である。

直近の実験室実験で表面再振動の影響を調査した。再振動処理による真空脱水コンクリートスラブの性能改善結果を図 12～14 に示す [1)]。

図によれば、真空脱水処理を行った試験体は、無処理試験体と比較して、これまでの一連の実験と同様の改善効果がみられた。しかし、真空脱水を行った試験体に再振動を行うことによる改善効果はとくにはみられなかった。このことより、真空脱水の圧密効果は、再振動の効果より圧倒的に大きかったと考えられる。再振動の導入による強度性状への阻害要因はないことが分かった。

一方、再振動を行ったスラブは、最高真空度に到達する時間が早く、真空度も高くなり安定した値が続いた。この実験結果ら、「真空脱水の圧密効果の方が再振動の効果より圧倒的に大きい。再振動の導入は、スラブの性能改善だけでなく、施工時間の短縮にもつながると考えられる」。[1)]

図12 脱水量　図13 反発度と材齢の関係　図14 圧縮強度分布



6.2 現場実験

実施工現場において、従来の真空脱水工法と、真空脱水処理前に再振動を行った RV 工法を比較した。[13)]

従来工法は貫入値を確認後直ちに真空マットを敷設し、ポンプと接続してオーバーマット端部とコンクリートとの密着をゴムレーキ等で押さえる方法であった。そのために、コンクリートの表面状況により真空度が上昇するのに時間が掛かっていた。

2014 年施工の、密着処理に従来のゴムレーキで押さえる方法で行った場合と、2020 年施工の、真空脱水直前に振動スクリードで表面再振動を掛けた場合について施工報告書から比較検討した。実験に使用した振動スクリードを**写真 5** に示す。自重が約 20 kg振動回転数は 7,000rpm.である。

写真５ 振動スクリード

振動スクリードは立ったまま作業ができ、動力駆動と自重により加振するので、ブリーディングの再浮上促進効果と沈下による表面ひび割れの緩和作用が期待できる。

表面再振動工法の作業の流れを**写真 6** に示す。

貫入値測定　➡　振動スクリードで表面再振動(施工範囲全面行う)　➡真空マット敷設　➡真空脱水

写真 6　表面再振動工法作業の流れ

それぞれの方法で試験を行ったカ所の測定平均値を**表 13** に示す

真空脱水継続時間は平均 1.22 分の短縮となった。その時の排水量は、継続時間は短くても 0.0196ℓ/㎡の排水量増加が得られた。平均真空度はマット部で 3.06%、ポンプ部で 4.51%上昇した。**図 12、13** より真空到達時間は、表面再振動工法の適用によって 1～2 分かかっていたものが 0.5 分に短縮された。

表 13　現場測定の平均値

	工法；マット密着方法	平均処理継続時間(分)	平均排水量 ℓ/㎡	平均真空度(%) マット部	平均真空度(%) ポンプ部	真空到達時間
マット密着方法別の平均値比較	**現場①②ゴムレーキ押え**	3.95	0.43	62.7	71.5	1.5分
	現場③④表面再振動	2.73	0.45	65.7	76.0	0.5分
	改善効果	1.22分短縮	0.0196ℓ/㎡増加	3.06%上昇	4.51%上昇	1分短縮

真空ポンプに取り付けたデータロガーから、実験現場（従真空マットをゴムレーキで押さえる工法)の時系列データを**図 12** に、現場(表面再振動工法)の時系列データを**図 13** に示す。

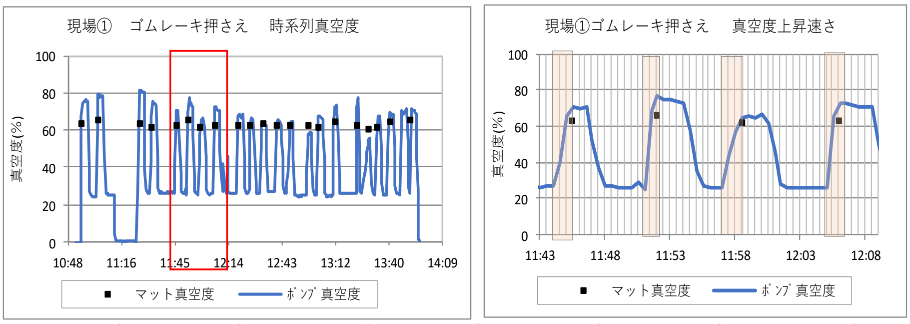


図 12　現場①(ゴムレーキ押さえ)のデータロガーによる時系列真空度

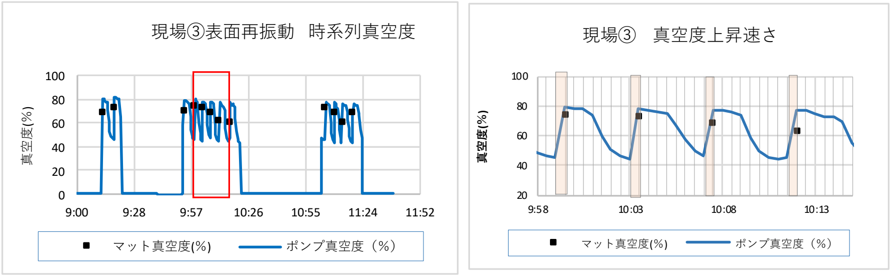


図 13　現場③(表面再振動)のデータロガーによる時系列真空度

実験から次のことが分かった。

① 表面再振動により、平均真空度はマット部で 3.06%、ポンプ部で 4.51%向上した。
② 真空脱水処理継続時間は 1.22 分短縮されたが排水量は 0.0196ℓ/㎡増加した。排水量は種々の条件で異なるが、今回の比較実験では施工時期、コンクリート配合ができるだけ似た現場を選定した。表面再振動によるブリーディング再浮上促進作用と高い真空度が得られるようになったことが要因として大きい。

③ **図** 12 では、ポンプの真空度は平均 71.5%であった。真空度上昇速さは 1～2 分(平均 1.5 分)かかりバラツキもある。**図** 13 から、表面再振動で、コンクリートと真空マットの密着性が改善され、0.5 分で所期の真空度に達することが分かった。
④ 表面再振動工法は、立ったまま作業ができ、振動スクリードの自重と振動でブリーディング再浮上を促し、コンクリート表面を平滑にするので、ゴムレーキや金鏝で真空マットの密着を図る方法より作業員への負担は小さい。

参考文献

1） 再振動処理による真空脱水コンクリートスラブの性能改善に関する実験的研究、和藤浩他、日本建築学会大会梗概集登録論文、2021
2） 圧密理論を適用した真空脱水コンクリート中の圧縮強度分布の発生メカニズムに関する研究：畑中重光, 服部宏己, 坂本英輔, 三島直生, 日本建築学会構造系論文集, 第 596 号, pp.1～8, 2005.10
3） 真空脱水処理コンクリートの適切な処理継続時間の検討：和藤浩他、日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），ｐｐ83-84，2020
4） コンクリート床スラブの真空脱水締固め工法の改善（その 8　各種混和材料が乾燥収縮量に及ぼす影響）：犬飼利嗣他，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1，pp.869-870，2002.
5） 真空脱水処理したコンクリートの中性化特性に関する実験的研究：畑中重光他，第 57 回セメント技術大会講演要旨，pp.110-111，2003.2003
6） 真空脱水コンクリートの表面性状に関する実験的研究：和藤　浩他，日本建築学会東海支部研究報告集，2013.
7） 真空脱水を行ったコンクリートの初期凍害抑制効果について：前田哲宏他，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.25，No.1，pp.383-388，2003.
8） 真空脱水処理によるコンクリートの初期凍害抑制効果に関する研究：HUIZHEN 他，日本建築学会東海支部研究報告集，2018.2
9） 回転ラベリング試験による真空脱水処理を行ったコンクリートスラブの耐摩耗性に関する実験的研究;和藤　浩他，コンクリート工学年次論文集、Vol40,2018
10） 真空脱水処理を行ったコンクリートスラブ表面の付着強度に及ぼす膜養生剤の影響：和藤　浩他，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），ｐｐ293-294，　2016
11） 真空脱水工法による塗り床材のふくれ防止に関する研究：筒井文康他，日本建築学会大会学術講演概要集（A），pp. 727-728，2007.
12） 畑中重光編著：新しい真空脱水コンクリート工法-理論と施工の実際-、工文社、pp.33-34、2016
13） 技術報告書真空脱水処理における表面再振動工法：山口武志、ベストフロアー工業会技術資料、2020