

施工手順およびフレッシュコンクリートの品質が 部材表層に PP 短繊維を散布する際に施工作業性へ与える影響

木村 貴裕 飯田 康介
塚本 康誉 藤下 大知
加藤 雄介[※] 大久保雅司[※]

概 要

本研究では、コンクリート表層へのポリプロピレン（PP）短繊維散布工法を対象に、施工手順の違いが繊維の埋込深さに及ぼす影響、ならびにフレッシュコンクリートの性状が施工性および繊維分布に与える影響を明らかにすることを目的とした。小型模擬スラブ試験体を作製し、施工時の作業時間、硬化後の繊維埋込深さおよび繊維分布を評価した。

その結果、施工手順については、繊維散布前にバイブレータによる適切な締固めを行い、繊維散布後にタンパーによる叩き作業を行うことで、良好な作業性を確保しつつ繊維を深く埋め込めることを確認した。また、フレッシュコンクリートの性状については、材料分離が少なく作業性に優れた調合ほど、繊維が比較的深く分布する傾向を示した。以上より、PP短繊維散布工法の施工手順およびフレッシュコンクリートの性状が、施工性と繊維の埋込状態に大きく影響することを確認した。

Effects of Construction Procedures and Fresh Concrete Characteristics on the Workability of Surface Distribution of Polypropylene Short Fibers on Concrete Surfaces

Abstract

This study investigated a surface application method of polypropylene (PP) short fibers for concrete, focusing on the effects of construction procedures on fiber embedment depth and the effects of fresh concrete properties on workability and fiber distribution. Small-scale mock slab specimens were prepared, and the construction time, fiber embedment depth, and fiber distribution after hardening were evaluated.

The results showed that satisfactory workability and deeper fiber embedment could be achieved by applying adequate vibration compaction before fiber spreading and tamping the concrete surface after fiber application. In addition, fresh concrete mixtures exhibiting good workability with minimal segregation tended to promote deeper fiber distribution within the surface layer. These findings indicate that both the construction procedure and the properties of fresh concrete significantly influence the workability and fiber embedment characteristics of the PP short-fiber surface application method.

キーワード：PP繊維、散布工法、フレッシュ性状繊維
補強コンクリート、埋込深さ

※ 大和ハウス工業株式会社

§1. はじめに

近年、建設工事では、労働時間短縮、人手不足から生産性向上が求められている。このような背景から、国土交通省はi-Construction¹⁾を掲げ、現場作業の効率化などに加え、建設プロセス全体での生産性向上の様々な取組みを進めている。

現場作業の効率化を図る工法として、土間コンクリートなどに用いられる鉄筋を合成短繊維に代替する工法がある。コンクリートに用いられる合成短繊維の仕様は、2015年にJIS A 6208「コンクリート用ポリプロピレン短繊維」²⁾として制定、2018年に「コンクリート及びモルタル用合成短繊維」³⁾と改正されている。また、ポリプロピレン短繊維補強コンクリート設計指針（案）⁴⁾が発刊されるなど、合成短繊維を混入したコンクリートの技術基準の整備が進み、普及しつつある。しかし、合成短繊維を混入したコンクリートは、現場から帰着したトラックアジテータなどの繊維を取り除く洗浄作業に労力を要することが、普及の妨げの一因となっている。そのため、古川ら⁵⁾はコンクリート打込み後、コンクリート表面にポリプロピレン短繊維（以下、PP繊維）を散布し、タンパーなどを使用して表層にPP繊維を混入させ、表層のみを繊維補強コンクリートとする工法（以下、散布工法）に着目して、基礎物性、施工性およびひび割れ抑制性能について検討を行っている。

しかしながら、散布工法を使用したコンクリートの施工手順の違いが繊維の埋込深さに及ぼす影響や、フレッシュコンクリートの性状（以下、フレッシュ性状）

の違いが散布工法の施工性および品質に与える影響などについては、不明な点が多い。そこで、本報では散布工法を使用したコンクリートの施工手順と繊維の埋込深さの関係（シリーズ①）および、コンクリートの現場作業効率化を目的として、フレッシュ性状の違いが散布工法の施工性および品質に与える影響（シリーズ②）について検討した結果を報告する。

§2. シリーズ① 施工手順と施工手順と繊維の埋込深さの関係

2.1 実験概要

表1に試験体一覧を示す。施工手順は5水準とした。試験体Aでは、コンクリート打設、バイブレータでの締固め、トンボを想定した木鋺での荒ならし後、繊維を散布し、タンパーで繊維が見えなくなるまで叩き、叩き跡を木鋺で均し、金鋺でのノロ出し、仕上げの施工手順とした。試験体Bでは、試験体Aのタンパーによる繊維の叩き作業を木鋺に変えて行い、その後の施工手順は試験体Aと同じ手順とした。試験体Cでは、試験体Bの繊維散布前にタンパーによる叩き作業を行い、その後の施工手順は試験体Bと同じ手順とした。試験体Dでは、試験体Cのバイブレータでの締固め作業を省略し、その後の施工手順は試験体Cと同じ手順とした。試験体Eでは、試験体Aのバイブレータでの締固め作業を省略し、その後の施工手順は試験体Aと同じ手順とした。

表2に実験に使用したPP繊維の概要を示す。使用したPP繊維は、JIS A 6208に適合する合成短繊維とし、散布量を87.4g/m²とした。

表1 試験体一覧

施工手順	試験体A	試験体B	試験体C	試験体D	試験体E
①	コンクリート打設	コンクリート打設	コンクリート打設	コンクリート打設	コンクリート打設
②	締固め (バイブレータ)	締固め (バイブレータ)	締固め (バイブレータ)	荒ならし(木鋺)	荒ならし(木鋺)
③	荒ならし(木鋺)	荒ならし(木鋺)	荒ならし(木鋺)	タンパーで叩く	繊維散布
④	繊維散布	繊維散布	タンパーで叩く	繊維散布	タンパーで叩く
⑤	タンパーで叩く	木鋺で叩く	繊維散布	木鋺で叩く	荒ならし(木鋺)
⑥	荒ならし(木鋺)	荒ならし(木鋺)	木鋺で叩く	荒ならし(木鋺)	ノロ出し (金鋺)
⑦	ノロ出し (金鋺)	ノロ出し (金鋺)	荒ならし(木鋺)	ノロ出し (金鋺)	仕上げ(金鋺)
⑧	仕上げ(金鋺)	仕上げ(金鋺)	ノロ出し (金鋺)	仕上げ(金鋺)	—
⑨	—	—	仕上げ(金鋺)	—	—

表2 PP 繊維の概要

密度	(g/cm ³)	0.91
公称繊維径	(mm)	0.7
繊維長	(mm)	30
引張弾性率	(N/mm ²)	8,000 N/mm ²
引張強度	(N/mm ²)	500 N/mm ²
表面加工		エンボス加工

表3 コンクリートの調合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					Ad1 (C×%)	あと添加 Ad2 (C×%)
		W	C	S1	S2	G		
61.8	48.6	170	275	635	261	957	1.00	0.174

W：上水道水
C：高炉セメントB種(密度：3.04g/cm³)
S1：砕砂(表乾密度：2.69g/cm³)
S2：山砂(表乾密度：2.58g/cm³)
G：碎石(表乾密度：2.68g/cm³)
Ad1：AE減水剤(リグニンスルホン酸系)
Ad2：あと添加粉末型流動化剤(リグニンスルホン酸系)

表3にコンクリートの調合を示す。表4にフレッシュコンクリートの試験結果を示す。コンクリートは初めにスランプ15cm程度のベースコンクリートを製造後、表3に示す粉末流動化剤を添加し、スランプフロー 35cmから50cmに流動化した現場作業の効率化に配慮したコンクリートを用いた。練混ぜは試験室にて行い、フレッシュコンクリートの試験項目は、スランプ、スランプフロー、空気量および温度とした。図1に実験に使用した試験体概要を示す。試験体サイズは、500×400×200mmとした。試験体は、表1に示す手順で各1体製作した。計測項目は、施工時のタンパーおよび木鏝で繊維が見えなくなるまでの1箇所当たりの叩き回数および作業時間、硬化後の繊維本数および打設面からの繊維埋込深さとした。また、施工時の繊維叩き回数、作業時間および作業状況から繊維埋込作業性を3段階で評価した。なお、硬化後の計測は、図1に示す切断ラインで試験体を切断し、2本の切断ラインに存在する繊維を計測した。

2.2 結果と考察

2.2.1 繊維埋込作業性の評価

表5に繊維埋込作業性の評価結果を示す。写真1に試験体AからEの繊維埋込作業の状況を示す。表5によれば、試験体AからEは施工手順に関わらず叩き回数は同じである。しかし、作業時間に差が生じている。試験体Aは、一般的なタンパーによる叩き作業とほぼ同様の力加減で繊維を埋め込むことが可能であり、作

表4 フレッシュコンクリートの試験結果

流動化剤添加前			流動化剤添加後			
スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (℃)	スランプ (cm)	スランプ フロー (mm)	空気量 (%)	温度 (℃)
17.0	3.8	21	20.0	417	2.8	21

表5 繊維埋込作業性の評価結果

作業性評価項目	試験体				
	A	B	C	D	E
叩き回数(回/箇所)	2	2	2	2	2
作業時間(秒)	28	46	38	39	38
繊維埋込作業性の評価	○	×	△	△	△

○：良好 △：時間増加 ×：時間と労力増加

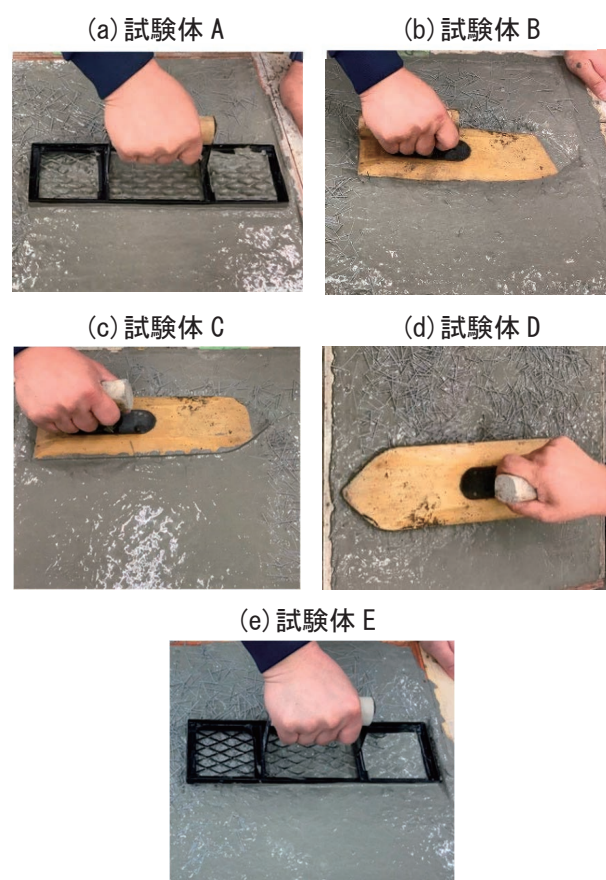


写真1 繊維埋込作業の状況

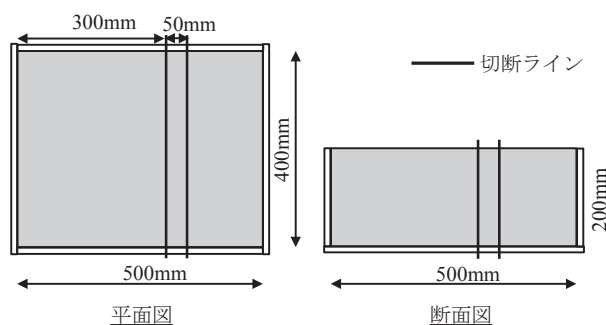


図1 試験体概要

表6 硬化後の繊維埋込深さと本数の測定結果

繊維埋込深さ (mm)	試験体A		試験体B		試験体C		試験体D		試験体E	
	本数 (本)	分布率 (%)	本数 (本)	分布率 (%)	本数 (本)	分布率 (%)	本数 (本)	分布率 (%)	本数 (本)	分布率 (%)
0以上2未満	23	20	40	23	66	49	78	44	21	19
2以上4未満	29	25	66	37	60	44	63	36	36	32
4以上6未満	38	33	36	20	9	7	32	18	33	29
6以上8未満	18	16	28	16	0	0	3	2	19	17
8以上10未満	6	5	6	3	0	0	0	0	2	2
10以上12未満	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12以上14未満	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14以上16未満	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16以上18未満	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
18以上20未満	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

■ 網掛け部：分布率が最も高い範囲

業性は良好であった。試験体Bでは、木鋺を使用しての繊維埋込作業を試験体Aと比べて力を入れて深く叩く必要があり、時間を要した。試験体Cおよび試験体Dでは、繊維散布前のタンパーによるコンクリート叩き作業で粗骨材が沈み込み、木鋺を使用しての繊維埋込作業を丁寧にする必要があり、時間を要した。試験体Eでは、試験体Aと比べて、1回目のタンパーによる叩き作業での繊維の沈み込みが悪く、2回目のタンパーによる叩き作業に時間を要した。

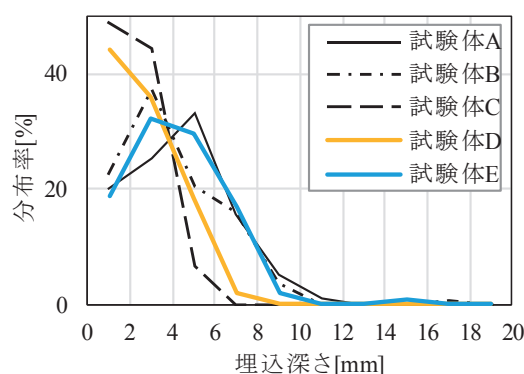


図2 繊維埋込深さと繊維分布率

2.2.2 繊維埋込深さと分布率の関係

表6に硬化後の繊維埋込深さと本数の測定結果を示す。図2に繊維埋込深さと繊維分布率（各試験体の繊維埋込深さ20mm未満の範囲に存在する繊維全本数に対する、2mm毎に測定した各埋込深さに存在する繊維本数の割合）の関係を示す。表6および図2から、繊維散布後にタンパーによる叩き作業を実施した試験体AおよびEの0mm以上2mm未満の繊維分布率は20%以下となる傾向を示している。その一方で、繊維散布前にタンパーによる叩き作業を実施した試験体CおよびDの0mm以上2mm未満の繊維分布率は44%以上となる傾向を示している。また、繊維散布後にタンパーによる叩き作業を実施した試験体Aと繊維散布後に木鋺による叩き作業を実施した試験体Bの繊維分布率の最大値を比較すると、試験体Aの繊維埋込深さが深くなる傾向を示している。さらに、コンクリート打設後にバイブレータによる締固めを実施した試験体Aとバイブレータによる締固めを実施していない試験体Eの繊維分布率の最大値を比較すると、試験体Aの繊維埋込深さが深くなる傾向を示している。

§3. シリーズ② フレッシュ性状の違いが散布工法の施工性および品質に与える影響

3.1 実験概要

表7に実験の因子と水準を示す。実験の因子は、あと添加する混和剤（以下、あと添加剤）の種類および添加量とした。あと添加剤は、高性能AE減水剤（以下、SP）、増粘剤一液型高性能AE減水剤（以下、VSP）および増粘剤（以下、V）の3種類とした。表8にベースコンクリート（以下、ベースコン）の調合を示す。ベースコンの調合はすべて同一とし、表7に示すあと添加剤をベースコンに混入して、スランプおよび粘性の異なるフレッシュコンクリートを作製した。ベースコンのスランプの目標値は 15 ± 2.5 cmとした。また、SP、VSPおよびSP+Vをあと添加した試験体はスランプフロー管理とし、目標値をコンクリートの現場作業効率化を目的として 50 ± 5 cmとした。さらに、Vをあと添加した試験体はスランプ管理とし、目標値を低スラン

プ時の影響を確認することを目的として 5 ± 2.5 cmとした。空気量の目標値はすべて $4.5 \pm 1.5\%$ とした。あと添加剤投入後の練混ぜ時間は、SPおよびVSPをあと添加した場合は60秒、SP+VおよびVをあと添加した場合は90秒とした。図3に試験体概要を示す。表9に試験体作製手順を示す。試験体は $500 \times 400 \times 100$ mmの鋼製および木製の型枠を用いて、コンクリート打込み、バイブレータでの締固め、トンボを想定した木鋸でのレベル調整・荒均し、繊維散布、エキスパンドメタルでのタンピング、レベル決定・定木摺りを想定した木鋸での均し、金鋸でのノロ出し、金鋸での仕上げの手順で各1体作製した。表10にPP繊維の概要を示す。実験に使用したPP繊維はJIS A 6208に適合する合成短繊維とし、各試験体の繊維散布量は、古川ら⁵⁾の研究により、繊維の散布および押さえ作業性が良好であった 100 g/m^2 を参考に 87.4 g/m^2 とした。繊維の散布は、目開き10mmの篩を用いて部分的なばらつきが出ないように行った。フレッシュコンクリートの試験項目は、スランプ、スランプフロー、空気量およびコンクリート温度とした。また、フレッシュコンクリートの全体の施工性を評価するため、エキスパンドメタルを用いたタンピングおよびレベル決定・定木摺りを想定した木鋸での均し作業回数および作業時間の計測、ノロ出しおよび仕上げ作業性の印象を3段階で評価した。硬化後のコンクリートの試験項目は、圧縮強度および打込み面からの繊維深さとした。圧縮強度試験は、 $\phi 100 \times 200$ mmの円柱供試体を各3体および図3に示すコア抜き箇所から採取した $\phi 100 \times 100$ mmのコア抜き試験体各3体とした。試験体は、コンクリート打設後7日まで湿潤養生を行い、脱型およびコア抜き後、試験時(材齢28日)まで標準水中養生を行った。また、混入繊維の打込み面からの深さが施工性に与える影響を調査するため、 $\phi 100 \times 100$ mmのコア抜き試験体採取後、図3に示す切断ラインで試験体を切断し、二つの切断面に存在する繊維の打込み面からの深さをすべて計測した。

表11にフレッシュコンクリートの試験結果を示す。表12にフレッシュコンクリートの品質を示す。スランプフロー 50 ± 5 cmを目標値としたSP-V0.12の調合は、スランプおよび空気量ともに良好なフレッシュ状態であった。その一方で、同じスランプフロー目標値としたSP1.2およびVSP1.2の調合は、いずれも材料分離の傾向があり、SPとVSPのあと添加剤の違いによるコンシステンシーの改善効果は確認できなかった。

表7 実験の因子と水準

シリーズ	調合の記号	あと添加剤種類	あと添加剤の添加率(C×%)		
			SP※1	VSP※2	V※3
①	ベースI	—	—	—	—
	SP 1.2	SP※1	1.2	—	—
	VSP 1.2	VSP※2	—	1.2	—
	SP-V0.03	SP※1 + V※3	1.2	—	0.050
	SP-V0.12		1.2	—	0.120
②	ベースII	—	—	—	—
	V0.05	V※3	—	—	0.050
	SP-V0.11	SP※1 + V※3	1.2	—	0.110

※1 高性能AE減水剤(ポリカルボン酸系),

※2 増粘剤一液型高性能AE減水剤(リグニンスルホン酸系),

※3 増粘剤(セルロース系)

表8 ベースコンクリートの調合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					AE (C×%)
		W	C	S1	S2	G	
61.8	48.6	170	275	635	261	957	1.2

W: 上水道 C: 高炉セメントB種(密度: 3.04 g/cm^3)
S1: 砕砂(表乾密度 2.69 g/cm^3) S2: 山砂(表乾密度 2.58 g/cm^3)
G: 砕石(表乾密度 2.68 g/cm^3) AE: AE減水剤(リグニンスルホン酸系)

表9 試験体作製手順

No	製作手順
1	コンクリート打込み
2	締固め(バイブレータ)
3	レベル調整、荒均し(木鋸)
4	繊維散布
5	タンピング(エキスパンドメタル)
6	レベル決定・定木摺り(木鋸)
7	ノロ出し(金鋸)
8	仕上げ(金鋸)

表10 PP繊維の概要

密度	(g/cm ³)	0.91
公称繊維径	(mm)	0.7
繊維長	(mm)	30
引張弾性率	(N/mm ²)	8,000
引張強度	(N/mm ²)	500
表面加工		エンボス加工

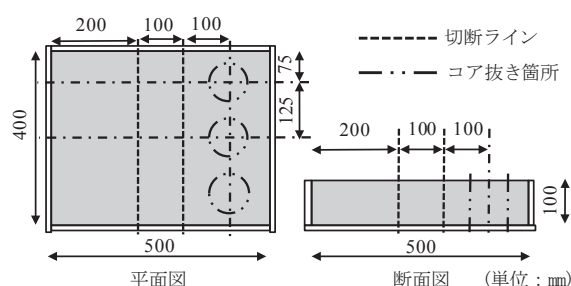


図3 試験体概要

表 11 フレッシュコンクリートの試験結果

シリーズ	調合の記号	スランプ (cm)	スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (°C)
①	ベースI	15.0	25.0	4.8	20
	SP1.2	20.0	50.0	2.0	19
	VSP1.2	21.5	55.0	4.2	20
	SP-V0.03	21.0	54.0	3.0	20
	SP-V0.12	22.5	48.0	5.1	19
②	ベースII	15.0	24.5	4.8	20
	V0.05	4.5	20.0	2.6	20
	SP-V0.11	23.0	53.0	1.1	21

3.2 結果と考察

3.2.1 フレッシュコンクリートの施工性評価

フレッシュコンクリートの施工性評価を表13に示す。各作業性の評価は、タンピング、荒ならし作業性においては作業時間を評価軸とし、ノロ出し、仕上げ、全体の施工性においては、作業性の印象を○：「扱いやすい」、△：「ふつう」、×：「扱いにくい」の3段階で評価した。

(1) タンピング作業性

シリーズ①におけるタンピング作業性は、作業時間および回数共に差は無く、すべての水準において良好な作業性を有していた。シリーズ②におけるタンピング作業性は、増粘剤のみをあと添加したV0.05の作業時間が128秒となり、他の調合と比較して著しく作業効率が悪くなる結果となった。これは、スランプが4.5cmと他の水準と比較して小さく、骨材が沈み込むまでの回数が増えたことにより作業時間が増大したことが要因と考えられる。

(2) 荒ならし作業性

シリーズ①における荒ならし作業性は、高性能AE減水剤のみをあと添加したSP1.2の作業時間が他の水準と比較して長くなった。これは、タンピングの際に骨材が沈みにくく、荒ならしの際に繊維を引張ってしまうことにより、作業時間が長くなったことが要因と考えられる。シリーズ②における荒ならし作業性は、タンピング作業性と同様にV0.05の作業時間が44秒、作業回数が4回となり、他の調合と比較して著しく作業効率が悪くなる結果となった。

(3) ノロ出し・仕上げ作業性

シリーズ①におけるノロ出し・仕上げ作業性は、ベースIとSP-V0.12が「扱いやすい」、SP-V0.03が「ふつう」、SP1.2、VSP1.2が「扱いにくい」という結果となった。シリーズ②におけるノロ出し・仕上げ作業性は、ベースIIとV0.05が「扱いやすい」、SP-V0.11が「扱いにくい」という結果となった。

表 12 フレッシュコンクリートの品質

シリーズ	調合の記号	フレッシュコンクリートの品質
①	ベースI	コンシステンシー良好 (スランプ・空気量：目標範囲内)
	SP1.2	空気量低下
	VSP1.2	空気量目標範囲内
	SP-V0.03	空気量目標範囲内 (下限値)
	SP-V0.12	コンシステンシー良好 (スランプ・空気量：目標範囲内)
②	ベースII	コンシステンシー良好 (スランプ・空気量：目標範囲内)
	V0.05	空気量低下
	SP-V0.11	空気量低下大
		スランプ目標範囲内 コンシステンシー良好

(4) 全体の施工性

シリーズ①における全体の施工性は、ベースIとSP-V0.12が「扱いやすい」、SP-V0.03が「ふつう」、SP1.2とVSP1.2が「扱いにくい」という結果となった。シリーズ②における全体の施工性は、ベースIIが「扱いやすい」、V0.05が「ふつう」、SP-V0.11が「扱いにくい」という結果となった。SP-V0.11とSP-V0.12の施工性に差が出た要因として、コンクリートの空気量がSP-V0.11では1.1%、SP-V0.12では5.1%と差があったため、ノロ出しや仕上げ作業性に影響を及ぼしたと推察される。

3.2.2 混入繊維の埋込深さ

打込み面からの深さと混入繊維の本数分布を表14に示す。シリーズ①における混入繊維の埋込深さは、ベースIとSP-V0.12では2～8mmに多く配置されていた。一方、SP1.2、VSP1.2およびSP-V0.03では、0～6mmの表層に多く配置される傾向を示した。このことから、ノロ出し・仕上げ作業性および全体の施工性が「ふつう」もしくは「扱いにくい」調合であると、ごく表層に繊維が配置される傾向を示し、これがノロ出し以降の作業性に影響を及ぼしていると推察される。

シリーズ②における混入繊維の埋込深さは、ベースIIでは4～10mm、V0.05では2～8mm、SP-V0.11では0～6mmに多く配置される結果となった。こちらもシリーズ①と同様に、全体の施工性が良いほど繊維が深くまで埋め込まれる傾向となった。表層10mm程度の範囲における混入繊維の埋込深さとひび割れ抑制効果の関係については、今後の課題としたい。

3.2.3 圧縮強度

シリーズ①の圧縮強度試験結果を図4に示す。なお、コア供試体のベースIとSP1.2においては、圧縮試験機の不具合により試験結果が明らかに異常値であったため、本報告において削除した。シリーズ①における

表 13 フレッシュコンクリートの施工性評価

シリーズ	調合の記号	あと添加剤の種類・添加率			評価項目								
		SP (C×%)	VSP (C×%)	V (C×%)	(１) タンピング作業性			(２) 荒ならし作業性			(３)		(４) 全体の 施工性
					作業時間 (秒)	作業回数 (回)	判定	作業時間 (秒)	作業回数 (回)	判定	ノロ出し 作業性	仕上げ 作業性	
①	ベースⅠ	—	—	—	60	4	○	25	2	○	○	○	○
	SP1.2	1.2	—	—	54	3	○	36	1	△	×	×	×
	VSP1.2	—	1.2	—	60	3	○	27	1	○	×	×	×
	SP-V0.03	1.2	—	0.03	57	3	○	27	1	○	△	△	△
	SP-V0.12	1.2	—	0.12	58	3	○	20	1	○	○	○	○
②	ベースⅡ	—	—	—	46	4	○	28	2	○	○	○	○
	V0.05	—	—	0.05	128	7	×	44	4	×	○	○	△
	SP-V0.11	1.2	—	0.11	60	3	○	27	1	○	×	×	×

(1) 作業時間(秒)により判定：○ ≤ 60 , $60 < \Delta \leq 120$, $120 < \times$, (2) 作業時間(秒)により判定：○ ≤ 30 , $30 < \Delta \leq 40$, $40 < \times$, (3), (4) 作業性の印象を3段階で評価：○「扱いやすい」, Δ 「ふつう」, $\times$ 「扱いにくい」

表 14 打込み面からの深さと混入繊維の本数分布

打込み面からの深さ(mm)	シリーズI					シリーズII		
	ベースI	SP1.2	VSP1.2	SP-V0.03	SP-V0.12	ベースII	V0.05	SP-V0.11
0以上2未満	9.8	16.9	50.3	31.9	1.5	4.1	3.8	24.1
2以上4未満	13.5	25.8	15.9	15.2	25.4	12.2	22.0	24.8
4以上6未満	30.1	20.0	13.1	13.0	29.9	25.7	51.5	30.7
6以上8未満	23.3	16.0	12.4	10.1	20.9	31.1	19.7	16.1
8以上10未満	12.8	9.8	7.6	12.3	12.7	19.6	3.0	2.2
10以上12未満	6.8	4.9	0.7	11.6	6.0	3.4	0	1.5
12以上14未満	2.3	2.2	0	2.2	1.5	2.0	0	0.7
14以上16未満	0.8	3.1	0	0.7	0.7	1.4	0	0
16以上18未満	0	1.3	0	0.7	0	0.7	0	0
18以上20未満	0	0	0	0	0	0	0	0
20以上	0.8	0	0	2.1	1.4	0	0	0

【数値：前報図1に示す切断面における繊維の本数割合(%)，□ 網掛け部：割合が高い順で上位3つ】

標準養生供試体の圧縮強度は、ベース I と VSP1.2 がほぼ同等であり、増粘剤一液型高性能 AE 減水剤をあと添加した既往の研究¹⁾と同様の結果となった。一方、SP をあと添加した SP1.2、SP-V0.03 および SP-V0.12 の圧縮強度が大きくなった。これは、コンクリートの空気量の差が要因と考えられるが、SP-V0.12 においては、空気量が多いにも関わらず圧縮強度が最も大きくなった。コア供試体の圧縮強度は、SP-V0.12 < VSP1.2 < SP-V0.03 の順となり、前述した空気量の差が影響していると考えられる。

シリーズ②の圧縮強度試験結果を図5に示す。シリーズ②における標準養生供試体の圧縮強度は、ベース II と V0.05 ではほとんど差は無く、SP-V0.11 では空気量が低いことにより、他の調合より大きくなった。コア供試体の圧縮強度は、標準養生供試体とはほぼ同様の傾向を示したが、ベース II、V0.05 と SP-V0.11 の差は若干小さくなった。

標準養生供試体の圧縮強度は、いずれのシリーズにおいても、ベースコンクリートより SP+V をあと添加した調合の方が大きくなる傾向を示した。

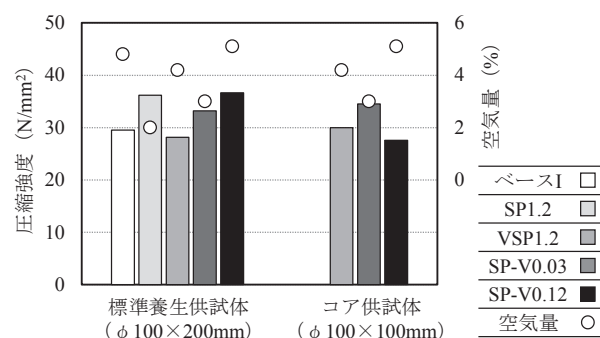


図 4 圧縮強度試験結果 (シリーズ①)

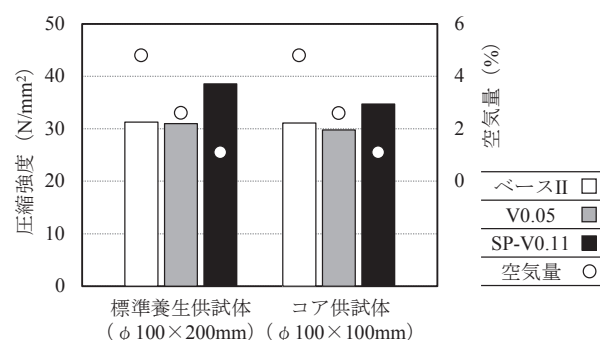


図 5 圧縮強度試験結果 (シリーズ②)

§4. まとめ

本報では、コンクリートの現場作業の効率化を目的として、2章ではPP繊維散布工法の施工手順と繊維の埋込深さの関係、3章ではフレッシュコンクリートの性状の違いが繊維散布工法の施工性と混入繊維の埋込深さおよび圧縮強度に及ぼす影響について検討した。その結果、散布工法では、繊維散布前にバイブレータによる適切な締固めを行い、繊維散布後にタンパーによる叩き作業を実施することで、繊維を深く作業性良く埋め込むことができる施工手順の基礎的な知見を得ることができた。また、作業性が良く繊維を深く埋め込むことができるフレッシュコンクリートの性状に関する基礎的な知見を得た。

謝辞

本研究の実施にあたり、共同研究を通じて多大なるご協力を賜りました大和ハウス工業株式会社の加藤様、大久保様に深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 国土交通省:i-Constructionの推進、pp.6、<https://www.mlit.go.jp/common/001149595.pdf>、(参照2025-08-25)
- 2) JIS A 6208:コンクリート用ポリプロピレン短繊維、2015
- 3) JIS A 6208:コンクリート用及びモルタル用合成短繊維、2018
- 4) ポリプロピレン短繊維普及協会:ポリプロピレン短繊維補強コンクリート設計指針(案)、2018
- 5) 古川雄太、大岡督尚:ポリプロピレン短繊維を部材表層のみに混入させた繊維補強コンクリートの基礎物性およびひびわれ抑制効果に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.41、No.1、pp.287-292、2019

ひとこと

人手不足を抱える建設現場の未来をより明るいものとするため、今後も生産性向上に寄与する技術の開発に取り組み、建設業界の発展に貢献してまいります。



木村 貴裕