

# 報告 プレキャストコンクリート製品における表面仕上がり状態の美観性に対する意識調査

大塚 秀三<sup>\*1</sup>・中田 善久<sup>\*2</sup>・藤井 和俊<sup>\*3</sup>・西本 好克<sup>\*4</sup>

要旨:本報告は,PCa製品におけるコンクリート表面のサンプル画像から表面仕上がり状態の美観性と表面仕上がり状態の社内基準についてアンケート調査した結果を述べたものである。目標にする表面色はコンクリート表面の明度が大きいものを目標にする傾向があり,色の濃淡や色むらは明度が高いほど潜在的な意識が鈍感になった。また,表面気泡の面積率が0.5%以上となると表面気泡に対する違和感を感じていた。さらに,表面仕上がり状態における色の濃淡および色むらの社内基準は定められておらず,その評価方法は目視評価がほとんどであった。

キーワード:プレキャストコンクリート製品,表面,仕上がり状態,美観性,アンケート調査,サンプル画像

## 1. はじめに

プレキャストコンクリート製品(以下,PCa製品と呼ぶ)は,現場打ちコンクリートに比べ,品質が安定しており,工期の短縮が可能<sup>1)</sup>である。そのため,寒冷地の施工において有利な施工方法といわれ,最近では,取替えが可能なおよび,各種リサイクル材が利用しやすく,循環型社会の構築に大きく貢献している。さらに,高強度,高耐久性など高機能を付加した製品も開発されている。しかしながら,わが国のコンクリートに占めるPCa製品の割合は約13%と,欧米に比べて極めて少なく,日本におけるPCa製品に何らかの問題を抱えていると言わざるを得ない状況といえる。

このような背景から(社)日本コンクリート工学協会では,平成19年度から「プレキャストコンクリート製品の設計と利用研究委員会」(委員長 弘前大学教授・万木正弘)を発足させ,PCa製品の特有の課題を整理検討し,PCa製品の発展・普及に資する技術資料を整備するために活動を行ってきている。この中で利用促進に対して,PCa製品における表面仕上がり状態の美観性が大きな議論となった。この表面仕上がり状態は,仕様書などにコンクリートの表面色やテクスチャーなどの視覚的要素について定量的評価などによる取決めがほとんど行われずに施工が進められるため,ユーザー,設計・監理者および施工者間でその認識が共有化されていない場合がある。特に,PCa製品などは最たるものであり,製造後の補修に多大な労力や費用を要する状況にある。

そこで,本報告は,PCa製品における表面仕上がり状態の美観性が立場によってどのような意識の違いがあるかを明らかにするために,アンケート調査した結果を述べ

たものである。ここでは,土木系製造者,建築系製造者,建築施工者および建築設計者に対するコンクリート表面のサンプル画像から表面仕上がり状態の美観性と表面仕上がり状態の社内基準についてのアンケート結果を述べている。なお,この結果は,前述した委員会活動の一環として実施したものである。

## 2. アンケート調査の概要

PCa製品における表面仕上がり状態の美観性に関するアンケートをPCa製品を製造している土木系製造者と建築系製造者にアンケート調査を行い,さらに,これらを施工管理する建築施工者と建築設計者に対してアンケート調査を行った。アンケートは各業界団体からメールあるいは郵送にて配布していただき,FAXあるいはメールにて回収を行った。

### 2.1 アンケート調査の内容

PCa製品における表面仕上がり状態の美観性に関するアンケートは,大きく分けて(1)サンプル画像による表面仕上がり状態の美観性,(2)表面仕上がり状態の社内基準および(3)サンプル画像による部材に発生した色むらの評価の3つについて調査した。サンプル画像は,回答者ごとのプリンターの解像度の違いなどによる見え方の変化の影響を極力排除するために,Webからパソコン画面上で閲覧したのを見て回答していただいた。

この3つのうち,本報告では,(1)サンプル画像による表面仕上がり状態の美観性および(2)表面仕上がり状態の社内基準の2つの結果について述べる。

(1)サンプル画像による表面仕上がり状態の美観性  
サンプル画像による表面仕上がり状態の美観性に関する

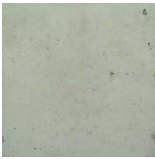

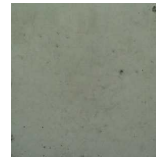
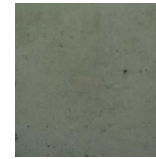







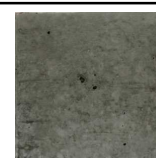
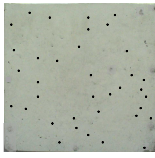
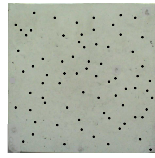
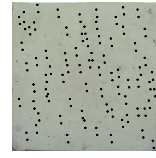
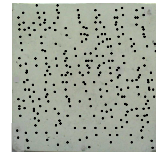
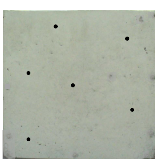
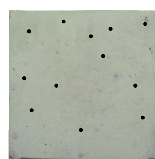
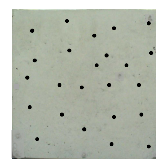
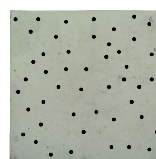
\*1 ものつくり大学 技能工芸学部建設技能工芸学科 助教 修士(工学) (正会員)

\*2 日本大学 理工学部建築学科 准教授 博士(工学) (正会員)

\*3 帝塚山大学 現代生活学部居住空間デザイン学科 教授 博士(工学) (正会員)

\*4 三井住友建設 技術開発センター 主席研究員 (正会員)

表 - 1 サンプル画像による表面仕上がり状態の美観性に関するアンケートの概要

番号	設問	サンプル画像			
設問 1(1)	色の濃淡:製品として目標とする表面色はどれですか。1つ選択して下さい。				
		写真 1-1 (明度:214.3)	写真 1-2 (明度:194.3)	写真 1-3 (明度:174.3)	写真 1-4 (明度:154.3)
設問 1(2)	(1)で選択された目標とする写真に対して、同一部材内における補修が必要と思われる色違いについて、写真より選択して下さい。(複数回答可)				
		写真 3-1 (明度:214.3, :12.74)	写真 3-2 (明度:193.8, :20.64)	写真 3-3 (明度:167.5, :24.25)	写真 3-4 (明度:147.5, :30.18)
設問 1(3)	色むらの程度1:補修が必要と思われる色むらはどれですか。(複数回答可)				
		写真 4-1 (明度:199.7, :27.09)	写真 4-2 (明度:159.7, :27.09)	写真 4-3 (明度:119.7, :27.09)	写真 4-4 (明度:79.7, :27.09)
設問 1(4)	色むらの程度2:補修が必要と思われる色むらはどれですか。(複数回答可)				
		写真 5A-1 (気泡径:2mm) (面積率:0.125%)	写真 5A-2 (気泡径:2mm) (面積率:0.25%)	写真 5A-3 (気泡径:2mm) (面積率:0.5%)	写真 5A-4 (気泡径:2mm) (面積率:1.0%)
設問 1(5)	表面気泡の程度:補修が必要と思われる表面気泡はどれですか。A,Bグループごとに選択して下さい。(複数回答可)	(A グループ)			
					
		写真 5B-1 (気泡径:5mm) (面積率:0.125%)	写真 5B-2 (気泡径:5mm) (面積率:0.25%)	写真 5B-3 (気泡径:5mm) (面積率:0.5%)	写真 5B-4 (気泡径:5mm) (面積率:1.0%)

るアンケートの概要を表 - 1 に示す。ここでは、コンクリート表面の色むらを、明度の平均値と標準偏差から色むらの程度の差として評価できること<sup>2)</sup>から、これらの数値が異なるサンプル画像を作成してアンケート調査を行った。

設問1(1)色の濃淡として目標にする表面色では、良好な美観性を明らかにするためにコンクリート表面の明度の違いが潜在的な意識に及ぼす影響について調査し、さらに 設問1(2)ではこの目標に対して補修が必要と思われる表面色を調査した。設問1(3)ではコンクリート表面の明度と標準偏差の違いが美観性を損なうと思う意識に及ぼす影響として補修が必要と思われる表面色を調査し、さらに 設問1(4)ではコンクリート表面の明度の標準偏差を一定として、明度を変えたときに補修が必要と思われる表

面色を調査した。設問1(5)では、コンクリートの表面気泡について、気泡径の大小によって評価面に占める表面気泡の面積率が補修の要否に対する意識に及ぼす影響を調査した。いずれの設問とも、表 - 1 中に示したコンクリート表面の物理量は明記せず、あくまでも回答者のサンプル画像に対する主観による判断とした。

#### (2)表面仕上がり状態の社内基準

表面仕上がり状態の社内基準に関するアンケートの概要を表 - 2 に示す。ここでは、PCa製品の製造の中で表面仕上がり状態の美観性をどのような評価方法で管理しているかを明らかにするために、部材における仕上げの有無による、色の濃淡、色むらおよび表面気泡について社内基準の有無、社内基準を定める理由および評価方法について調査した。

表 - 2 表面仕上がり状態の社内基準に関するアンケートの概要

仕上の有無	項目	社内基準の有無	選択肢	
			社内基準を定める理由	評価方法
仕上ありの部材・仕上なしの部材	1)色の濃淡	あり なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・美観性に劣るから</li> <li>・コンクリートの品質(強度,耐久性など)が低下するから</li> <li>・補修を要求されるから</li> <li>・その他(自由記入)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・色サンプルとの目視評価による比較</li> <li>・目視評価(色サンプルなし)</li> <li>・分光測色計による定量評価</li> <li>・画像解析による定量評価</li> <li>・その他(自由記入)</li> </ul>
	2)色むら	あり なし		<ul style="list-style-type: none"> <li>・目視評価</li> <li>・分光測色計による定量評価</li> <li>・画像解析による定量評価</li> <li>・その他(自由記入)</li> </ul>
	3)表面気泡	あり なし		<ul style="list-style-type: none"> <li>・目視評価</li> <li>・気泡径の定量評価</li> <li>・気泡面積割合の定量評価</li> <li>・その他(自由記入)</li> </ul>

## 2.2 アンケートの回収結果

PCa製品における表面仕上がり状態の美観性に関するアンケートの回収数は、延べ173件であった。今回のアンケートの配布方法が各業界団体より配布したため、回収率は求められなかった。

## 3. 調査結果および考察

### 3.1 サンプル画像による表面仕上がり状態の美観性

#### (1)色の濃淡として目標にする表面色

サンプル画像による色の濃淡として目標にする表面色に関するアンケート調査結果を図-1に示す。色の濃淡として目標にする表面色は、立場の違いにかかわらず、写真1-1、写真1-2、写真1-3の順に回答結果が少なくなり、写真1-4の回答は全くなかった。また、建築施工者からは写真1-3の回答もなかった。これにより、全般的にコンクリート表面の明度が大きいほど、目標にする表面色となる傾向が高いことが伺える。この中で、写真1-2と写真1-3の回答結果から土木系製造者の方が建築系製造者に比べ、明度が大きいものを目標にする傾向が見られた。これは、PCa製品の強度区分が土木系と建築系で異なり、建築系の方が高強度のPCa製品を製造しているため、コンクリート表面の明度が比較的小さなものを取り扱っていることによると考えられる。

#### (2)同一部材内で補修が必要と思われる表面色の差異

前項で選択された目標とする表面色に対して、同一部材内で補修が必要と思われる表面色の差異に関するアンケート調査結果を図-2に示す。この設問では前項と同様にサンプル画像(写真1-1～4)を対象とした。目標とする表面色に対して補修が必要と思われる表面色は、目標にする表面色以外のものをほぼ同程度選定する回答で

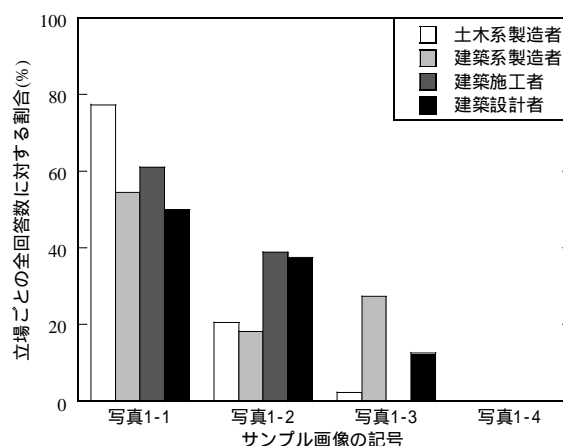


図 - 1 サンプル画像による色の濃淡として目標にする表面色に関するアンケート結果

あった。本来であれば、コンクリート表面の明度の差異が大きくなるほど、補修が必要と思われる表面色になるが、このように補修の必要性は潜在的な意識から捉えられるものと考えられる。

#### (3)明度および明度の標準偏差を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面色

明度および明度の標準偏差を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面色に関するアンケート調査結果を図-3に示す。明度および明度の標準偏差を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面色は、明度の標準偏差が大きくなると、すなわち色むらが大きくなると立場ごとの全回答数に対する割合が多くなる傾向が見られる。また、ここでは明度の標準偏差だけでなく、明度自体が変化しているので、コンクリート表面の明度と標準偏差の違いが美観性を損なうと思う意識は、両者ともに有している可能性が高いことが伺える。

#### (4)明度の標準偏差を一定として明度を変えたサンプル

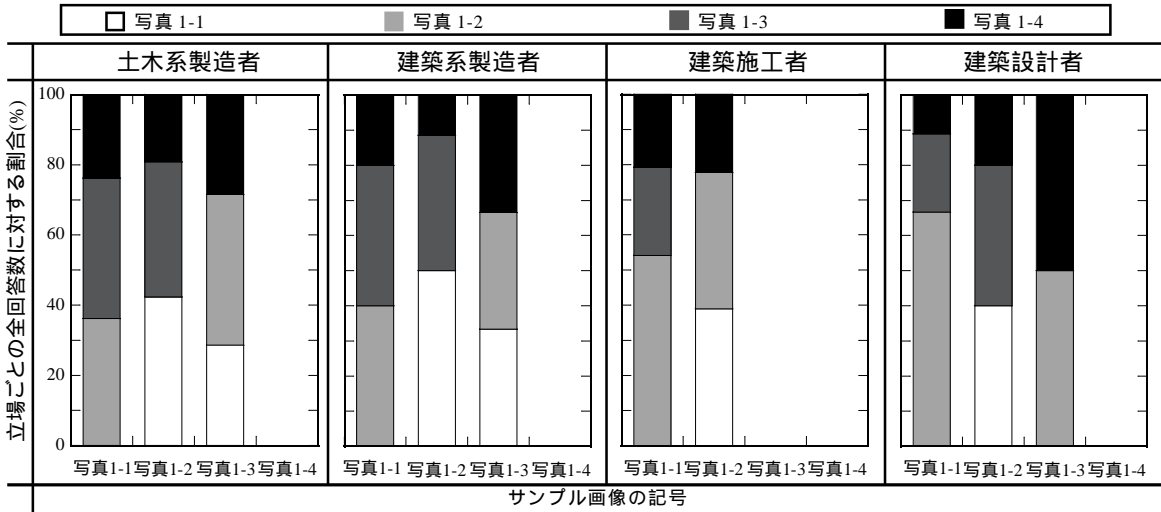


図 - 2 同一部材内で補修が必要と思われる表面色の差異に関するアンケート調査結果

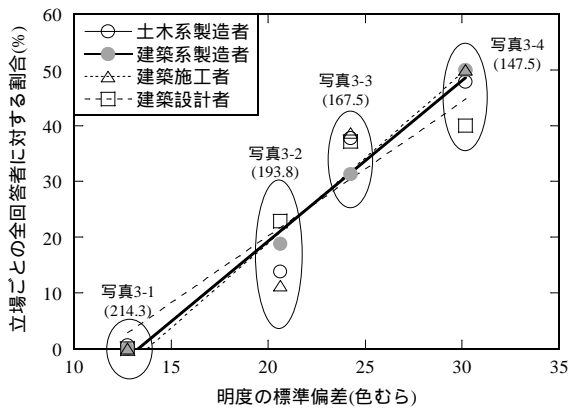


図 - 3 明度および明度の標準偏差を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面色に関するアンケート調査結果

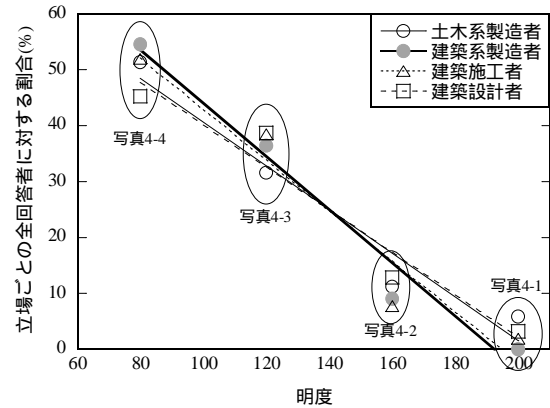


図 - 4 明度の標準偏差を一定として明度を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面色に関するアンケート調査結果

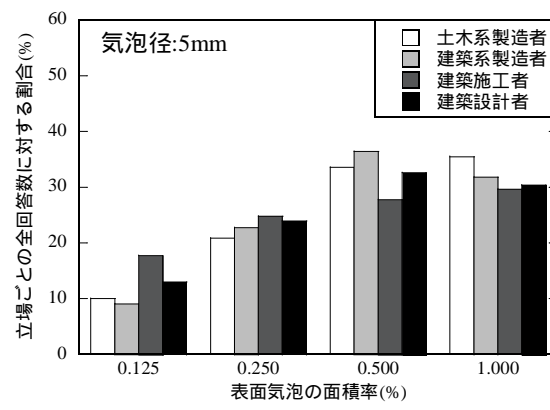
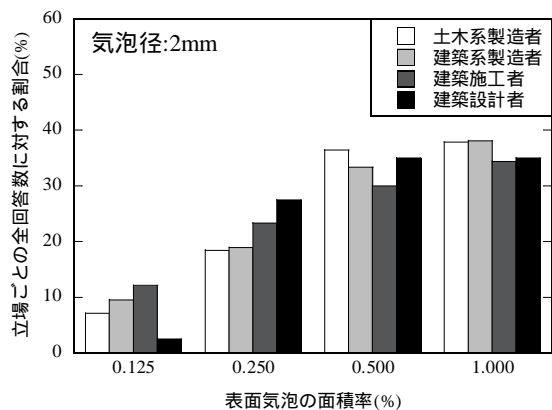


図 - 5 気泡径と面積率を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面気泡に関するアンケート調査結果

画像による補修が必要と思われる表面色

明度の標準偏差を一定として明度を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面色に関するアンケート調査結果を図 - 4 に示す。明度の標準偏差を一定として明度を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面色は、明度が大きくなるに従い立場ごとの全回答者に対する割合が直線的に減少する傾向が見られた。本来の色むらは、コンクリート表面が保有している明度の大きさとその色むらにより複合的に捉えられると思わ

れるが、ここでは明度の標準偏差を一定としていることから補修の必要性は、色むらより明度自体の絶対値の大きさの方への依存度が高いことが伺える。すなわち、コンクリート表面における色の濃淡や色むらは、明度が高いほど潜在的な意識が鈍感になることを示唆している。

(5) 気泡径と面積率を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面色

気泡径と面積率を変えたサンプル画像による補修が必要と思われる表面気泡に関するアンケート調査結果を図 -

5に示す。気泡径の違いにかかわらず、表面気泡の面積率が大きくなるにつれて補修の必要性は立場ごとの全回答数に対する割合が多くなる傾向を示した。いずれの気泡径の場合も表面気泡の面積率が0.5%以上になると、30%程度の回答者が表面気泡に対する違和感を感じていることが伺える。また、これ以下の場合には、個人の気泡に対する潜在的な意識の違いがあることが伺える。これについて、定量化することにより認識の共有化が望まれる。

気泡径2mmを選択した人数の立場ごとの割合と気泡径5mmを選択した人数の立場ごとの割合の関係を図-6に示す。両者の関係は、全般的に比例的な関係になっているが、表面気泡の面積率が大きくなると気泡径2mmを選択した人数の立場ごとの割合の方が、若干大きくなる傾向が見られた。これは、表面気泡の面積率が同一であっても気泡の分布により補修の必要性に対する潜在的な意識に影響があることが伺える。

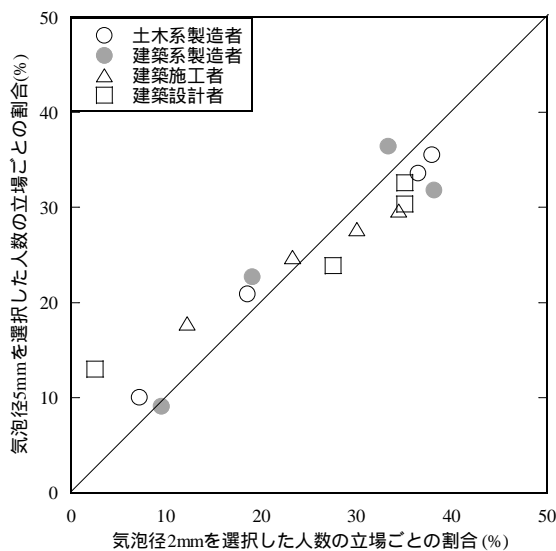


図-6 気泡径2mmと気泡径5mmを選択した人数の立場ごとの割合の関係

### 3.2 表面仕上がり状態の社内基準

仕上げなしの部材における表面仕上がり状態の社内基準に関するアンケート調査結果を表-3に示す。また、仕上げありの部材における表面仕上がり状態の社内基準に関するアンケート調査結果を表-4に示す。

#### (1)色の濃淡の社内基準

部材の仕上げの有無および立場の違いにかかわらず、表面仕上がり状態における色の濃淡の社内基準を定めているという回答が極めて少なかった。また、社内基準を定める理由として、美観性があげられ、その後、補修の要求があるためという結果となった。しかし、その評価方法は、ほとんどの場合目視評価により行われていることが多く、色サンプルと目視評価の併用はさらにも少ない結果となった。この中で、建築系製造者は目視評価のみになっているのは、コンクリートの配(調)合によってある程度色の濃淡が決定づけられることを認識しているためと考えられる。この中で、土木系製造者の一部で画像解析による定量的な評価を行っているところもあるが、まだ表面の仕上がり状態の定量的な評価が遅れていることが伺える。

#### (2)色むらの社内基準

部材の仕上げの有無および立場の違いにかかわらず表面仕上がり状態における色むらの社内基準は、色の濃淡と同様に定めているという回答が非常に少なかった。また、社内基準を定める理由として、美観性がほとんどであり、その後、補修の要求があるためという結果となった。しかし、その評価方法は、色の濃淡に比べてほとんどの場合、目視評価により行われている結果であった。また、土木系製造者の一部で画像解析による定量的な評価を行っているところもあるが、色の濃淡と同様に表面の仕上がり状態の定量的な評価が遅れていることが伺える。

前項のアンケート結果から考えると、色の濃淡および

表-3 仕上げなしの部材における表面仕上がり状態の社内基準に関するアンケート調査結果

	社内基準		社内基準を定める理由			評価方法			
	有	無	美観性	品質の低下	補修の要求	色サンプルと目視	目視のみ	分光測色計	画像解析
(1)色の濃淡									
土木系製造者	8%	92%	66%	0%	34%	16%	77%	0%	7%
建築系製造者	11%	89%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
建築施工者	19%	81%	75%	0%	25%	14%	86%	0%	0%
建築設計者	13%	87%	71%	0%	29%	50%	50%	0%	0%
(2)色むら						目視評価		分光測色計	画像解析
土木系製造者	17%	83%	50%	10%	40%	96%		0%	4%
建築系製造者	11%	89%	100%	0%	0%	100%		0%	0%
建築施工者	19%	81%	77%	0%	23%	100%		0%	0%
建築設計者	13%	87%	83%	0%	17%	100%		0%	0%
(3)表面気泡						目視評価		気泡径の評価	気泡面積割合
土木系製造者	86%	14%	50%	14%	36%	24%		43%	33%
建築系製造者	67%	33%	17%	33%	50%	66%		34%	0%
建築施工者	52%	48%	33%	36%	31%	76%		20%	4%
建築設計者	67%	33%	36%	45%	19%	73%		27%	0%

表 - 4 仕上げありの部材における表面仕上がり状態の社内基準に関するアンケート調査結果

	社内基準		社内基準を定める理由			評価方法			
	有	無	美観性	品質の低下	補修の要求	色サンプルと目視	目視のみ	分光測色計	画像解析
(1)色の濃淡									
土木系製造者	6%	94%	61%	0%	39%	13%	80%	7%	0%
建築系製造者	11%	89%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
建築施工者	10%	90%	40%	20%	40%	50%	50%	0%	0%
建築設計者	14%	86%	50%	50%	0%	50%	50%	0%	0%
(2)色むら						目視評価		分光測色計	画像解析
土木系製造者	14%	86%	62%	0%	38%	95%		0%	5%
建築系製造者	11%	89%	100%	0%	0%	100%		0%	0%
建築施工者	13%	87%	72%	14%	14%	80%		20%	0%
建築設計者	14%	86%	50%	50%	0%	50%		50%	0%
(3)表面気泡						目視評価		気泡径の評価	気泡面積割合
土木系製造者	68%	32%	48%	15%	37%	26%		43%	31%
建築系製造者	56%	44%	20%	40%	40%	66%		34%	0%
建築施工者	47%	53%	28%	36%	36%	64%		28%	8%
建築設計者	53%	47%	25%	63%	12%	78%		22%	0%

色むらのように定量的な評価が遅れていると評価者の潜在的な意識に左右される可能性が高くなると考えられるため、定量的な評価の推進が望まれる。

#### (3)表面気泡の社内基準

表面仕上がり状態における表面気泡の社内基準は、これまでの色の濃淡および色むらと異なり半数以上の回答者が定めているという結果であった。また、仕上げなしの部材の方が仕上げありの部材に比べ、その社内基準を定めているとする回答が多かった。これは、仕上げにより表面の美観性を損なうと思う意識が低くなるためと考えられる。また、建築系製造者は比較的、補修の要求が多かった。この理由として、建築工事の場合、仕上げの有無にかかわらず、その後の塗装および吹付けなどの仕上げ工事に表面気泡が影響してくるためと思われる。さらに、評価方法として、目視評価と気泡径の定量的な評価がほとんどであり、表面気泡の面積割合まで行っているとする回答者は少なかった。これは、実務において最大の気泡径と目視評価により補修の必要性を判断し、その補修はコンクリート表面を全面的に行うため重要視されていないためと思われる。本来であれば、PCa製品の製造においてこれを管理し表面気泡の低減方法を見出すことで、工場の技術レベルアップにつながると考えられる。

#### 4. まとめ

本報告では、PCa製品を対象として土木系製造者、建築系製造者、建築施工者および建築設計者にコンクリート表面のサンプル画像から表面仕上がり状態の美観性と表面仕上がり状態の社内基準に関するアンケート調査を行った。その結果を以下にまとめる。

##### (1)サンプル画像による色の濃淡として目標にする表面色

コンクリート表面の明度が大きいほど、目標にする表面色となる傾向を示した。

- (2)コンクリート表面における色の濃淡や色むらは、明度が高いほど潜在的な意識が鈍感になる。
- (3)表面気泡の面積率が0.5%以上となると表面気泡に対する違和感を感じている。
- (4)表面仕上がり状態における色の濃淡および色むらの社内基準は定められておらず、その評価方法は目視評価がほとんどである。
- (5)表面仕上がり状態における表面気泡の社内基準を定めている回答が多く、その評価方法は目視評価または気泡径の測定により行われる場合が多い。
- (6)表面色に関する社内基準に定量的な評価方法を用いている場合が少なく、評価者の潜在的な意識に左右される可能性があり定量的な評価の推進が望まれる。

今後は、土木発注者のアンケート結果を加筆してPCa製品の特有の課題を整理検討し、PCa製品の発展・普及に資する技術資料を整備するために活動を行っていく予定である。

#### 参考文献

- 1)コンクリート技術の要点 07,(社)日本コンクリート工学協会, p.249, 2007.9
- 2)中田善久,大塚秀三:コンクリート表面の色むらの評価方法と今後の展望,セメント・コンクリート, No.736, pp.17-23, 2008.6

#### 謝辞

アンケート調査にご協力頂いた関係各位に深謝します。また、アンケート調査のデータ整理に際し、日本大学中田研究室およびものづくり大学の学生諸君より助力を得ました。