

## 論文 セメントモルタルの色彩と力学特性の関係に関する基礎的研究

青木 孝義\*<sup>1</sup>・藤森 繁\*<sup>2</sup>・森 博嗣\*<sup>3</sup>・谷川 恭雄\*<sup>4</sup>

**要旨:**セメントモルタルの色彩による劣化診断法の可能性を検討することを最終目的に、本研究ではその基礎的な資料を得るために、モルタル表面の色彩、水分量と、セメントの種類、水セメント比、養生方法、材齢、質量、密度および力学特性である動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度の関係を明らかにした。実験結果より、モルタル表面の色彩、水分量と力学特性の相関関係は非常に強く、理想的な条件下であればモルタル表面の色彩値と水分量を測定することによって、水セメント比、材齢、力学特性の予測が可能であることを示した。

**キーワード:**セメントモルタル、色彩、水分量、力学特性

### 1. はじめに

山陽新幹線や上越新幹線で続いたコンクリート片落下事故を受けて実施した高架やトンネルの点検では、下から双眼鏡等でコンクリートの浮きやひび割れを見つける(目視検査)とハンマで叩いて音を調べ(打音検査)、異音がすればその部分のコンクリートを取り外して補修する方法がとられている。このことは、様々な非破壊検査法<sup>1)</sup>の中でも目視(色彩)と打音検査が劣化したコンクリートの発見に非常に有効であることを示唆しているものと考えられる。

セメント、コンクリートの色彩に関して、セメントを結合材とした建材の屋外暴露試験を実施して耐候安定性を検討した研究、工場のコンクリート製品の色調検討として、材料、配合および養生の違いがコンクリートの色調に及ぼす影響について検討した研究<sup>2)</sup>などがある。しかし、一般に、材料が劣化するとその色彩が変化することを我々は経験的に知っているが、これをコンクリート構造物の劣化診断法に応用しようとした研究はない。

愛知県豊田市で第2東名高速道路分岐点に建

設される橋脚に顔料を混ぜたコンクリートを使って四季の色をつけるように、コンクリート構造物には自然環境との調和・共生が望まれ、その形態のみならず色彩も注目されている。したがって、積極的にコンクリートに顔料を加えることにより、退色(色彩の変化)から劣化状態の予測が可能となれば、構造物の健全性をチェックする上で大いなる貢献が期待できる。

以上を背景として、セメントモルタルの色彩による劣化診断法の可能性を検討することを最終目的に、本研究では、その基礎的な資料を得るために、モルタル表面の色彩、水分量と、セメントの種類、水セメント比、養生方法、材齢、質量、密度および力学特性である動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度の関係を明らかにする。

### 2. 水分量測定および測色の概要

#### 2. 1 水分量測定

モルタルの水分量の測定には、高周波容量式水分計(コンクリート・モルタル水分計, K社製、自動温度補整装置付、水分量を高周波容量の変化として評価)を用いた。

\*1名古屋市立大学助教授 芸術工学部生活環境デザイン学科 工博(正会員)

\*2名古屋大学大学院 工学研究科建築学専攻

\*3名古屋大学助教授 工学研究科建築学専攻 工博(正会員)

\*4名古屋大学教授 工学研究科建築学専攻 工博(正会員)

## 2. 2 測色

セメントモルタルの測色は、分光測色計（M社製）を用いて実施した。測色条件は、d / 8（拡散照明・8° 方向受光）、正反射光込み（SCI）でJIS Z 8722の条件Cに準拠し、測色波長範囲は400～700nm、測色波長間隔は10nm、半値幅は約15nm、反射率測色範囲は0～175%、分解能0.01%、光源D65、分光角度10° 視野1回瞬時発光とし、測定項目は分光分布、色彩値（ $L^*a^*b^*$ 値）である。

$L^*a^*b^*$ 表色系は1976年に国際照明委員会CIEで規格化され、日本では $L^*a^*b^*$ 表色系及び $L^*u^*v^*$ 表色系による物体色の表示方法 JIS Z 8729において採用され、明度（明るさの度合い）を $L^*$ 、色相（色あい）と彩度（あざやかさの度合い） $C^*$ ： $(C^*)^2 = (a^*)^2 + (b^*)^2$ を示す色度を $a^*$ 、 $b^*$ で表す<sup>3)</sup>。 $a^*$ 、 $b^*$ は色の方向を示しており、 $a^*$ は赤方向、 $-a^*$ は緑方向、 $b^*$ は黄方向、 $-b^*$ は青方向をそれぞれ示し、

数値（絶対値）が大きくなるに従って色あざやかになり、小さくなるに従ってくすんだ色になる。

## 3. 実験の概要

### 3. 1 調査

セメントの種類は、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、白色ポルトランドセメントの3種類、JASS<sup>4)</sup>に規定された水セメント比の最大値を考慮して、水セメント比は、40%、50%、60%、70%の4水準、計12種類の試験体を作製した。砂セメント比は3.0とし、標準砂を用いた。セメントの試験成績表を表-1に示す。

表-1 セメントの試験成績表

記号	セメントの種類	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)
NP	普通ポルトランドセメント	3.16	3270
HP	早強ポルトランドセメント	3.14	4470
WC	白色ポルトランドセメント	3.05	3780

表-2 モルタルの密度、水分量、動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度（普通セメント）

試験体	水セメント比 (%)	材齢 (日)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )		水分量 (pF) (横面)		動弾性係数 (×10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> )		曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )		圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
			湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中
NP4	40	1	2.26	—	1097	—	2.85	—	4.53	—	20.72	—
NP5	50	1	2.26	—	1365	—	2.06	—	3.15	—	11.94	—
NP6	60	1	2.23	—	1556	—	1.60	—	1.84	—	7.56	—
NP7	70	1	2.22	—	1636	—	1.12	—	1.11	—	4.52	—
NP4	40	3	2.23	2.29	645	973	3.39	3.84	5.94	7.99	40.11	41.78
NP5	50	3	2.21	2.27	766	1058	2.84	3.17	4.99	5.66	27.22	25.21
NP6	60	3	2.19	2.25	865	1132	2.38	2.71	4.02	4.32	17.45	20.03
NP7	70	3	2.14	2.24	915	1298	1.83	2.06	2.92	2.72	11.06	11.23
NP4	40	7	2.23	2.30	599	798	3.62	4.27	7.04	8.60	47.39	58.45
NP5	50	7	2.21	2.28	662	1059	3.10	3.66	6.55	7.27	36.27	41.70
NP6	60	7	2.17	2.27	691	1143	2.69	3.29	5.11	6.03	26.90	32.21
NP7	70	7	2.13	2.24	700	1143	2.18	2.68	3.67	4.19	16.77	19.96
NP4	40	28	2.21	2.31	434	828	3.49	4.51	6.70	9.47	52.17	72.94
NP5	50	28	2.18	2.30	372	971	2.99	4.11	5.91	8.81	39.96	57.90
NP6	60	28	2.13	2.26	351	1024	2.53	3.72	4.53	7.67	29.19	46.73
NP7	70	28	2.10	2.25	324	1136	2.04	3.26	3.55	5.84	19.34	30.88
NP4	40	91	2.21	—	317	—	3.50	—	7.33	—	39.57	—
NP5	50	91	2.19	—	282	—	3.12	—	6.58	—	34.49	—
NP6	60	91	2.13	—	306	—	2.73	—	5.49	—	27.75	—
NP7	70	91	2.10	—	267	—	2.19	—	4.42	—	18.77	—
NP4	40	183	2.22	—	276	—	3.75	—	9.52	—	63.85	—
NP5	50	183	2.19	—	251	—	3.29	—	8.23	—	50.30	—
NP6	60	183	2.14	—	229	—	2.95	—	7.80	—	40.91	—
NP7	70	183	2.11	—	237	—	2.45	—	6.28	—	29.39	—

表-3 モルタルの密度、水分量、動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度（早強セメント）

試験体	水セメント比 (%)	材齢 (日)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )		水分量 (pF) (横面)		動弾性係数 (×10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> )		曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )		圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
			湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中
HP4	40	1	2.29	—	946	—	3.69	—	7.22	—	48.69	—
HP5	50	1	2.24	—	1098	—	2.97	—	6.06	—	31.41	—
HP6	60	1	2.23	—	1325	—	2.49	—	5.54	—	23.74	—
HP7	70	1	2.21	—	1451	—	2.07	—	4.69	—	16.98	—
HP4	40	3	2.28	2.31	623	767	4.02	4.22	7.26	8.66	61.69	61.32
HP5	50	3	2.22	2.28	641	982	3.35	3.66	6.15	7.27	48.27	49.53
HP6	60	3	2.18	2.25	659	1049	2.93	3.17	6.03	6.40	37.23	37.78
HP7	70	3	2.12	2.24	659	1182	2.50	2.71	5.70	5.51	28.76	28.38
HP4	40	7	2.28	2.32	560	746	4.07	4.39	10.67	9.23	68.92	71.19
HP5	50	7	2.21	2.28	591	961	3.48	3.83	9.35	7.90	51.81	56.60
HP6	60	7	2.18	2.27	618	1104	3.05	3.40	7.83	6.98	40.95	43.88
HP7	70	7	2.12	2.25	613	1128	2.59	3.01	6.55	6.76	31.94	34.69
HP4	40	28	2.27	2.34	442	765	4.08	4.58	10.42	10.11	73.63	75.56
HP5	50	28	2.20	2.28	432	927	3.45	3.96	8.05	8.48	58.66	57.70
HP6	60	28	2.16	2.27	395	1040	3.01	3.55	7.01	7.71	46.78	49.07
HP7	70	28	2.10	2.24	348	1100	2.54	3.16	5.87	7.22	35.57	41.17
HP4	40	91	2.26	—	344	—	4.04	—	9.47	—	71.54	—
HP5	50	91	2.19	—	335	—	3.40	—	6.91	—	56.05	—
HP6	60	91	2.14	—	318	—	2.96	—	5.27	—	43.46	—
HP7	70	91	2.08	—	290	—	2.49	—	5.04	—	34.46	—
HP4	40	184	2.25	—	273	—	4.08	—	8.87	—	65.19	—
HP5	50	184	2.18	—	269	—	3.50	—	6.27	—	57.67	—
HP6	60	184	2.15	—	279	—	3.07	—	5.45	—	39.78	—
HP7	70	184	2.10	—	247	—	2.65	—	6.37	—	34.84	—

表-4 モルタルの密度、水分量、動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度（白色セメント）

試験体	水セメント比 (%)	材齢 (日)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )		水分量 (pF) (横面)		動弾性係数 (×10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> )		曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )		圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
			湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中
WC4	40	1	2.26	—	773	—	3.43	—	5.91	—	36.16	—
WC5	50	1	2.23	—	968	—	2.74	—	4.95	—	22.50	—
WC6	60	1	2.22	—	1029	—	2.24	—	3.91	—	14.73	—
WC7	70	1	2.21	—	1355	—	1.83	—	2.53	—	9.95	—
WC4	40	3	2.26	2.29	598	872	3.69	3.85	7.15	6.79	46.29	44.52
WC5	50	3	2.20	2.26	635	982	3.05	3.21	5.75	5.55	31.27	31.36
WC6	60	3	2.17	2.26	680	1006	2.58	2.74	5.14	4.85	22.41	21.93
WC7	70	3	2.12	2.23	676	1079	2.17	2.30	3.80	3.87	15.63	14.96
WC4	40	7	2.26	2.30	594	778	3.78	4.14	8.84	7.92	48.48	51.75
WC5	50	7	2.20	2.27	605	910	3.14	3.56	7.39	7.21	36.63	40.63
WC6	60	7	2.17	2.26	590	1036	2.71	3.11	5.76	5.81	25.65	27.39
WC7	70	7	2.11	2.23	621	1046	2.28	2.69	4.64	4.76	19.49	21.22
WC4	40	28	2.25	2.32	333	795	3.79	4.38	7.95	8.70	58.47	62.77
WC5	50	28	2.19	2.29	371	937	3.21	3.89	6.21	8.22	43.13	50.20
WC6	60	28	2.14	2.27	394	991	2.76	3.49	5.52	7.03	33.98	40.31
WC7	70	28	2.09	2.24	334	1034	2.39	3.13	4.70	6.04	26.65	29.97
WC4	40	91	2.24	—	327	—	3.81	—	7.56	—	60.32	—
WC5	50	91	2.18	—	318	—	3.19	—	5.62	—	45.16	—
WC6	60	91	2.15	—	288	—	2.68	—	5.66	—	33.29	—
WC7	70	91	2.09	—	274	—	2.27	—	4.48	—	23.94	—
WC4	40	184	2.23	—	248	—	3.93	—	6.47	—	62.42	—
WC5	50	184	2.19	—	296	—	3.31	—	5.22	—	48.32	—
WC6	60	184	2.14	—	273	—	2.84	—	6.05	—	36.61	—
WC7	70	184	2.09	—	243	—	2.48	—	5.70	—	30.89	—

### 3. 2 試験体

モルタル試験体は4cm×4cm×16cmであり、セメントの物理試験方法JIS R 5201に従って作製した。脱型は材齢1日で行い、1種類は水中養生、もう1種類は、JASS5に普通ポルトランドセメントの場合湿潤養生を7日以上、早強ポルトランドセメントの場合は5日以上と規定されていることを考慮して、材齢7日までは湿空養生とし、その後気中養生とした。なお、試験体数は各試験項目に対して3本である。

### 3. 3 測定項目

実験では、モルタルの水分量、質量、密度、動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度、色彩の変化を測定した。それぞれの測定項目について1日、3日、7日、28日、91日、183日（184日）の材齢で試験を実施した。圧縮強度試験はJIS A 1108に、動弾性係数試験はJIS A 1127に従った。

## 4. 実験結果とその考察

表-5 モルタルの色彩値（普通セメント）

試験体	材齢 (日)	色彩値 ( $L^*a^*b^*$ 表色系, 横面, 平均値)							
		$L^*$		$a^*$		$b^*$		$C^*$	
		湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中
NP4	1	52.59	—	0.18	—	8.60	—	8.61	—
NP5	1	53.36	—	0.20	—	8.76	—	8.76	—
NP6	1	48.09	—	0.15	—	8.01	—	8.01	—
NP7	1	42.92	—	0.31	—	8.47	—	8.48	—
NP4	3	58.04	38.59	0.20	0.58	7.36	6.78	7.37	6.80
NP5	3	62.98	39.15	0.02	0.51	6.87	6.96	6.87	6.98
NP6	3	62.77	39.61	0.01	0.53	6.98	6.74	6.98	6.77
NP7	3	59.32	39.55	0.19	0.48	8.13	7.05	8.13	7.07
NP4	7	60.68	39.13	0.11	0.63	7.28	6.57	7.28	6.60
NP5	7	62.29	39.78	0.09	0.61	7.40	6.81	7.40	6.84
NP6	7	63.36	39.83	0.07	0.58	6.99	6.76	6.99	6.79
NP7	7	64.02	38.95	0.04	0.69	7.17	7.22	7.17	7.25
NP4	28	64.79	40.49	-0.03	0.58	5.18	6.37	5.18	6.39
NP5	28	69.72	41.07	-0.07	0.60	5.57	6.87	5.57	6.90
NP6	28	69.14	40.04	0.02	0.67	5.84	7.00	5.84	7.04
NP7	28	70.06	40.24	0.14	0.75	6.15	7.43	6.15	7.46
NP4	91	65.13	—	0.00	—	5.26	—	5.26	—
NP5	91	68.20	—	0.00	—	5.69	—	5.69	—
NP6	91	69.66	—	-0.01	—	5.42	—	5.42	—
NP7	91	70.27	—	0.03	—	6.31	—	6.31	—
NP4	183	65.60	—	-0.04	—	5.51	—	5.51	—
NP5	183	68.64	—	-0.02	—	6.09	—	6.09	—
NP6	183	69.75	—	-0.02	—	5.85	—	5.85	—
NP7	183	71.08	—	0.06	—	6.27	—	6.27	—

表-2から表-4に各材齢における密度、水分量、動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度の測定結果を示す。これらより、すべての試験体で材齢とともに、また水セメント比が小さくなるに従って、密度、動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度が増加し、その傾向が各試験体でほぼ同様であることがわかる。表-5から表-7に各材齢における色彩値の測定結果（平均値）を、表-8に標準偏差を示す。図-1から図-6に明度、彩度と材齢の関係を示す。これらより、明度と彩度は養生方法にかかわらず材齢とともに増加しているが、材齢が進むとほとんど値が変化しなくなることがわかる。また、早強ポルトランドセメントは、普通ポルトランドセメントに比べて、明度が大きく彩度が小さいことがわかる。表-9に色彩値（横面）に及ぼす水セメント比、材齢と水分量の影響を、表-10に水セメント比、材齢、動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度に及ぼす色彩値と水分量の影響を示す。表中の重相関係数はかなり高い値を示しており、理想的な条件下であれば、モルタル表面の色彩値と水分量を測定することによって、

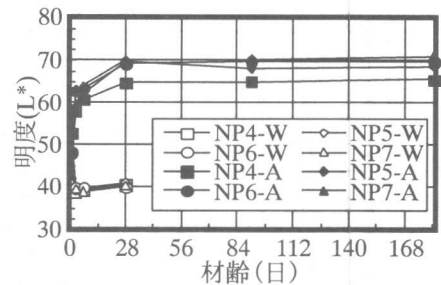


図-1 明度の変化（普通セメント）

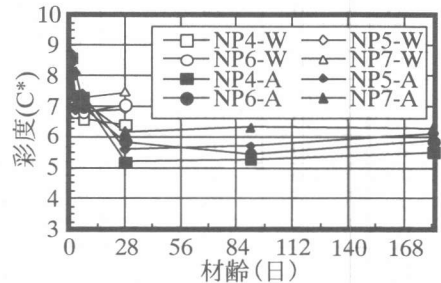


図-2 彩度の変化（普通セメント）

表-6 モルタルの色彩値 (早強セメント)

試験体	材齢 (日)	色彩値 ( $L^*a^*b^*$ 表色系, 横面, 平均値)							
		$L^*$		$a^*$		$b^*$		$C^*$	
		湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中
HP4	1	59.03	—	0.01	—	7.23	—	7.23	—
HP5	1	60.43	—	0.00	—	6.89	—	6.89	—
HP6	1	55.56	—	0.06	—	7.69	—	7.69	—
HP7	1	53.04	—	0.07	—	8.20	—	8.20	—
HP4	3	59.96	33.88	-0.15	0.42	6.75	6.69	6.75	6.71
HP5	3	66.59	37.12	-0.35	0.34	5.13	6.55	5.15	6.56
HP6	3	68.30	38.93	-0.41	0.30	4.91	6.29	4.93	6.29
HP7	3	68.87	39.36	-0.45	0.33	5.12	6.70	5.14	6.71
HP4	7	58.18	34.69	0.03	0.38	7.57	6.38	7.57	6.39
HP5	7	65.27	36.44	-0.20	0.38	5.81	6.56	5.82	6.57
HP6	7	68.12	37.60	-0.28	0.40	5.16	6.48	5.17	6.49
HP7	7	68.34	38.35	-0.36	0.44	5.75	6.72	5.76	6.74
HP4	28	63.46	40.85	-0.01	0.23	6.68	6.05	6.68	6.05
HP5	28	68.47	42.36	-0.22	0.15	4.91	5.93	4.92	5.93
HP6	28	71.22	42.31	-0.33	0.23	4.44	6.55	4.46	6.56
HP7	28	70.67	41.96	-0.30	0.28	5.10	6.55	5.11	6.55
HP4	91	64.21	—	-0.12	—	6.02	—	6.02	—
HP5	91	68.72	—	-0.22	—	5.32	—	5.33	—
HP6	91	70.26	—	-0.28	—	4.54	—	4.55	—
HP7	91	71.80	—	-0.30	—	4.79	—	4.80	—
HP4	184	65.15	—	-0.08	—	6.43	—	6.43	—
HP5	184	68.78	—	-0.24	—	5.29	—	5.29	—
HP6	184	69.84	—	-0.31	—	5.40	—	5.41	—
HP7	184	71.34	—	-0.36	—	5.15	—	5.16	—

表-7 モルタルの色彩値 (白色セメント)

試験体	材齢 (日)	色彩値 ( $L^*a^*b^*$ 表色系, 横面, 平均値)							
		$L^*$		$a^*$		$b^*$		$C^*$	
		湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中	湿空	水中
WC4	1	84.54	—	-0.94	—	2.89	—	3.03	—
WC5	1	83.83	—	-0.79	—	3.56	—	3.64	—
WC6	1	84.28	—	-0.92	—	4.08	—	4.19	—
WC7	1	82.88	—	-0.90	—	4.34	—	4.43	—
WC4	3	83.83	72.36	-1.00	-0.59	4.09	5.65	4.21	5.68
WC5	3	86.57	74.38	-1.02	-0.54	3.88	6.06	4.02	6.08
WC6	3	88.69	76.95	-1.03	-0.61	3.56	5.83	3.71	5.87
WC7	3	88.20	77.24	-0.84	-0.71	3.84	5.83	3.94	5.88
WC4	7	83.59	70.93	-1.07	-0.17	4.30	5.82	4.43	5.82
WC5	7	85.77	73.40	-1.00	-0.17	4.41	6.11	4.53	6.11
WC6	7	87.65	75.30	-0.98	-0.13	4.20	6.24	4.31	6.24
WC7	7	88.55	75.67	-0.92	-0.26	4.05	6.42	4.15	6.43
WC4	28	85.95	70.53	-0.83	0.00	4.45	6.03	4.53	6.03
WC5	28	89.08	73.56	-0.79	-0.08	4.03	7.25	4.11	7.25
WC6	28	89.76	75.27	-0.69	-0.21	4.16	8.52	4.21	8.52
WC7	28	90.88	75.12	-0.49	-0.21	4.05	9.21	4.08	9.21
WC4	91	86.83	—	-0.87	—	4.33	—	4.42	—
WC5	91	88.35	—	-0.73	—	4.47	—	4.53	—
WC6	91	90.28	—	-0.59	—	4.20	—	4.24	—
WC7	91	90.48	—	-0.38	—	4.25	—	4.27	—
WC4	184	86.58	—	-0.84	—	4.71	—	4.79	—
WC5	184	88.67	—	-0.78	—	4.81	—	4.88	—
WC6	184	89.71	—	-0.68	—	4.47	—	4.52	—
WC7	184	90.60	—	-0.49	—	4.72	—	4.75	—

表-8 モルタルの色彩値の標準偏差

	$L^*$		$C^*$	
	湿空	水中	湿空	水中
NP	1.16-3.98	0.50-1.43	0.30-1.29	0.19-0.42
HP	0.62-3.85	0.44-1.12	0.47-1.43	0.17-0.39
WC	0.56-1.95	0.40-1.03	0.26-0.86	0.23-1.03

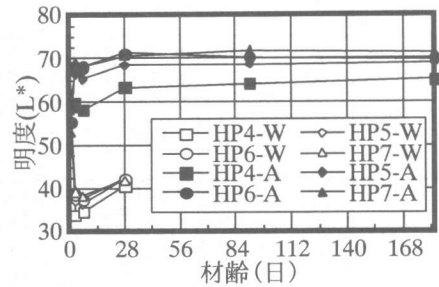


図-3 明度の変化 (早強セメント)

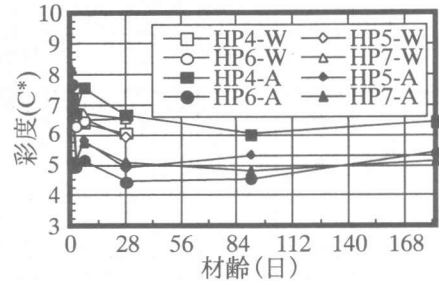


図-4 彩度の変化 (早強セメント)

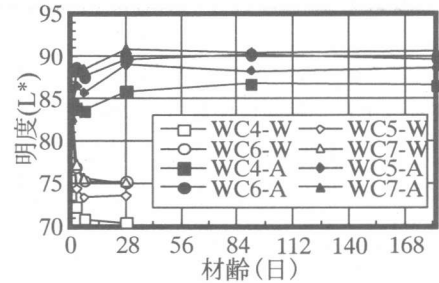


図-5 明度の変化 (白色セメント)

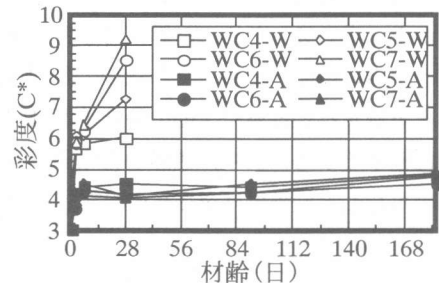


図-6 彩度の変化 (白色セメント)

表-9 色彩値に及ぼす水セメント比、材齢と水分量の影響

試験体	養生	偏相関係数	水セメント比	材齢	水分量	重相関係数
NP	湿空气中	$L^*$	0.0766	0.5716	-0.9512	0.9715
		$a^*$	0.2061	-0.5365	0.7667	0.7791
		$b^*$	0.1474	-0.6007	0.8736	0.8765
		$C^*$	0.1467	-0.6006	0.8736	0.8765
	水中	$L^*$	0.0595	0.8087	-0.1135	0.8583
		$a^*$	0.2277	0.5514	-0.1688	0.7765
		$b^*$	0.8014	0.0876	0.6750	0.8065
		$C^*$	0.8037	0.0953	0.6714	0.8095
HP	湿空气中	$L^*$	0.3836	0.4440	-0.8066	0.9344
		$a^*$	-0.5340	-0.1947	0.5572	0.8458
		$b^*$	-0.3696	-0.3001	0.7093	0.8622
		$C^*$	-0.3680	-0.3026	0.7111	0.8625
	水中	$L^*$	0.4572	0.8071	0.4026	0.9478
		$a^*$	0.0530	-0.7976	0.0691	0.8403
		$b^*$	0.4377	-0.5401	0.4268	0.7225
		$C^*$	0.4284	-0.5446	0.4181	0.7207
WC	湿空气中	$L^*$	0.5230	0.4851	-0.7247	0.9579
		$a^*$	0.4931	0.5359	-0.5291	0.7960
		$b^*$	0.0432	0.6629	-0.4762	0.6665
		$C^*$	0.0047	0.6355	-0.4454	0.6363
	水中	$L^*$	0.8842	-0.2475	0.9524	0.9600
		$a^*$	-0.2320	0.6716	-0.3956	0.7480
		$b^*$	0.4404	0.7587	0.3178	0.8796
		$C^*$	0.4474	0.7545	0.3259	0.8797

表-10 水セメント比、材齢、動弾性係数、曲げ強度、圧縮強度に及ぼす色彩値と水分量の影響

偏相関係数	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	水分量	重相関係数
水セメント比	0.0766	0.2061	0.1474	0.1467	0.1095	0.7707
材齢	0.5716	-0.5365	-0.6007	-0.6006	-0.6486	0.6808
動弾性係数	0.4582	-0.5873	-0.5574	-0.5570	-0.6299	0.9004
曲げ強度	0.6007	-0.6792	-0.6639	-0.6637	-0.7547	0.9453
圧縮強度	0.5055	-0.6277	-0.6583	-0.6579	-0.6819	0.9160
水セメント比	0.0595	0.2277	0.8014	0.8037	0.8682	0.9557
材齢	0.8087	0.5514	0.0876	0.0953	-0.3325	0.9449
動弾性係数	0.3297	0.2735	-0.5921	-0.5867	-0.9309	0.9628
曲げ強度	0.3503	0.2523	-0.5760	-0.5705	-0.9051	0.9411
圧縮強度	0.4494	0.2259	-0.6354	-0.6300	-0.9079	0.9790
水セメント比	0.3836	-0.5340	-0.3696	-0.3680	0.0854	0.8380
材齢	0.4440	-0.1947	-0.3001	-0.3026	-0.6404	0.7622
動弾性係数	-0.1585	0.3311	0.1798	0.1780	-0.3496	0.8612
曲げ強度	-0.1764	0.3520	0.2327	0.2316	-0.2592	0.7571
圧縮強度	0.0186	0.2108	0.0112	0.0091	-0.5276	0.9157
水セメント比	0.4572	0.0530	0.4377	0.4284	0.9595	0.9797
材齢	0.8071	-0.7976	-0.5401	-0.5446	-0.1076	0.9614
動弾性係数	-0.2843	-0.1627	-0.5127	-0.5040	-0.9637	0.9737
曲げ強度	-0.1146	-0.2470	-0.5451	-0.5375	-0.9152	0.9800
圧縮強度	-0.2357	-0.1930	-0.5271	-0.5196	-0.9485	0.9658
水セメント比	0.5230	0.4931	0.0432	0.0047	0.1299	0.9567
材齢	0.4851	0.5359	0.6629	0.6355	-0.6664	0.8079
動弾性係数	-0.2868	-0.3374	0.1533	0.1840	-0.4096	0.9779
曲げ強度	-0.1617	-0.2845	0.1949	0.2232	-0.4674	0.9094
圧縮強度	-0.0436	-0.0796	0.3971	0.4114	-0.6219	0.9593
水セメント比	0.8842	-0.2320	0.4404	0.4474	0.9244	0.9524
材齢	-0.2475	0.6716	0.7587	0.7545	-0.1473	0.9686
動弾性係数	-0.9447	0.6059	-0.0208	-0.0304	-0.9151	0.9729
曲げ強度	-0.8663	0.7265	0.1209	0.1107	-0.8317	0.9588
圧縮強度	-0.9251	0.6181	-0.0041	-0.0133	-0.9014	0.9682

水セメント比（寄与率59.4%以上）、材齢（46.3%以上）、動弾性係数（74.2%以上）、圧縮強度（83.9%以上）の予測が可能であるが、実際のコンクリートに適用した場合の推定強度に関しては、今後の検討課題である。

## 5. まとめ

本研究では、モルタル表面の色彩値と水分量から、水セメント比、材齢、力学特性を予測する技術の可能性を示した。今後、長期材齢実験を実施するとともに、他の各非破壊試験方法を比較することにより、色彩の劣化診断法としての可能性と位置付けをさらに検討したい。

## 謝辞

本実験を実施するにあたり、ご協力をいただき

ました名古屋大学学生の加藤陽介君、名古屋市立大学嘱託員の浅井慎一氏、押谷利隆氏、大場弘也氏に感謝致します。本研究は、平成11年度名古屋市立大学特別研究奨励費により進められた研究成果の一部である。なお、実験には名古屋市立大学芸術工学部構造実験室を用いたことをここに付記する。名古屋市当局に感謝致します。

## 参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの非破壊試験法研究委員会報告書，日本コンクリート工学協会，1992.3
- 2) 小林俊秋：材料・養生方法がコンクリートの色調に与える影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21，No.2，1999.6，pp.949-954
- 3) 日本色彩学会：色彩科学ハンドブック，東京大学出版会，1994.12
- 4) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・解説J ASSS鉄筋コンクリート工事，日本建築学会，1997.1