

高強度コンクリートの材料分離と構造体における硬化性状

西田 朗 小澤 貴史
(技術研究所) (技術研究所)

Influence of Segregation on Hardened Properties of High-strength Concrete in Structures

by Akira Nishida and Takashi Ozawa

Abstract

Influence of segregation on hardened properties of high-strength concrete of 48~54N/mm² design strength in structures was experimentally investigated.

In the investigated column, the values of temperature history, compressive strength, Young's modulus and length change of the concrete of slump-flow value over 70cm differed between the capital and the base of the column. Hardened properties of concrete in structures of slump-flow value under 70cm were satisfactory.

概 要

設計基準強度 48~54N/mm²程度に相当する高強度コンクリートを対象として、スランプフローの設定値を変えたコンクリートを構造体に打ち込んだ場合の構造体中におけるコンクリートの各種物性を測定した。その結果、スランプフローの設定値を70cmを超える値とし、スランプフロー試験時に目視で材料分離が認められたコンクリートは、構造体中でもモルタルと粗骨材の材料分離を起こし、発熱性状、力学性状、耐久性等が同一部材中で著しく異なることが明らかとなった。これに対して、スランプフローが70cm以下のコンクリートではほぼ十分な性能が得られた。

§ 1. はじめに

設計基準強度 36N/mm²を超える高強度コンクリートは、一般の強度のコンクリートに比較して水セメント比が小さくかつ単位セメント量が多いことからフレッシュコンクリートの粘性が高い。また、フレッシュコンクリートの粘性が大きくなる傾向は一般に水セメント比が小さくなるほど顕著になる。このため、高強度コンクリートではスランプ18cm程度のワーカビリティでは打込み、締固め、仕上げ等の施工に支障をきたす場合がある。New RC施工標準あるいはJASS 5の高強度コンクリートの節では設計基準強度 36N/mm²を超え 50N/mm²未満のコンクリートではスランプ 21cm 以下、50~60N/mm²ではスランプ 23cm 以下またはスランプフロー 50cm 以下を標準とするが、材料分離抵抗性が確認された場合はこの限りではないと規定されている^{1) 2)}。これに対して、近年では高層RC造の柱・梁や締固めなしで施工する鋼管充填コンクリート柱に使用する設計基準強度 48~60N/mm²の高強度コンクリートでスランプフローの目標値を 55~60cm に設定し、許容差を ±10cm 程

度とするケースが多い³⁾。この場合にコンクリートの材料分離抵抗性の確認は試し練りや施工実験で行い、スランプフロー試験の際に材料分離の程度を目視により確認することになる。通常はスランプフローの値が許容範囲内であれば構造体に打ち込んだコンクリートは大きな材料分離を起こすことはないものと判断して施工が行われている。しかし、構造体に打ち込まれたコンクリートの材料分離の程度についての定量的なデータは少なく、自己充填性を持つ高流動コンクリートを対象とした研究成果の中で、壁状部材の施工における水平方向の流動距離と材料分離の関係の報告がある程度である⁴⁾。これに対して、高層RC造で高強度コンクリートが主に使用される柱状の部材を対象とした場合の鉛直方向の材料分離に関する検討結果はほとんどない。

こうした背景のもと、高強度コンクリートの合理的な調査設計および品質管理を行うための資料を得ることを目的として、設計基準強度 48~54N/mm²程度に相当する高強度コンクリートを対象として各種の実験を行った。本報告では、このうちスランプフローの設定値の異なる高強度コンクリートを構造体

に打ち込んだ場合の構造体中におけるコンクリートの各種物性を測定した結果を述べる。

§ 2. 実験概要

2.1 使用材料

使用材料は表-1に示す通りで、セメントは普通ポルトランドセメントとし、粗骨材は鳥形山産の石灰石碎石、細骨材は山砂と砕砂を容積比で6:4に混合したものを使用した。混和剤には、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を使用した。

材料	銘柄	内容
セメント	N 太平洋普通ポルトランド	密度 3.16g/cm ³ , 比表面積 3300cm ² /g
粗骨材	G 鳥形山産碎石	密度 2.70g/cm ³ , 吸水率 0.69%, 実積率 61.2%
細骨材	S ₁ 君津産山砂	密度 2.58g/cm ³ , 吸水率 2.12%, 粗粒率 2.28
	S ₂ 田沼産砕砂	密度 2.60g/cm ³ , 吸水率 1.74%, 粗粒率 2.97
混和剤	AD マイティ3000S	高性能AE減水剤 標準形 1種, 密度 1.052g/cm ³

表-1 使用材料一覧

W/C (%)	目標スランブフロー (cm)	目標空気量 (%)	s/a (%)	粗骨材かさ容積 (m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S ₁	S ₂	G
35.0	50, 60, 70, 75	2.0	45.1	0.558	165	472	503	335	922

表-2 コンクリートの調合

2.2 コンクリートの調合

コンクリートの調合は、30階建て程度の高層RC造において使用量が多く、設計基準強度60N/mm²クラスのコンクリートに比較すると粘性が低く材料分離を起こしやすいと考えられる設計基準強度48あるいは54N/mm²のコンクリートを想定して水セメント比を35.0%とした。スランブフローは目標値60cmと許容差の上下限および材料分離したコンクリートを想定して荷卸し地点で50、60、70および75cmの4水準とし、混和剤の添加量で調整した。空気量は2.0%を目標とした。コンクリートの調合を表-2に示す。

2.3 実験方法

コンクリートはレディーミクストコンクリート工場で練り混ぜ、清水建設技術研究所の敷地内に輸送して実験を行った。輸送時間は50分程度であった。練混ぜ量は各設定フローのコンクリートについて2.5m³×2バッチとし、練混ぜ時間は材料一括投入後90秒とした。荷卸し時にフレッシュコンクリートの性状を確認してから、各種測定を行った。

2.3.1 フレッシュコンクリート

フレッシュコンクリートは、荷卸し時にスランブフロー、50cmおよび停止フロー時間、スランブ、空気量、単位容積質量、コンクリート温度の各項目について測定を行い、設定フローに達しなかったコンクリートは高性能AE減水剤を後添加し、流動化してスランブフローを調整した。また、模擬試験体へのコンクリートの打込み終了時点で、フレッシュコンクリートの経時変化を確認するため、再度スランブフローの測定を行った。

2.3.2 模擬試験体

フレッシュ性状を確認したコンクリートを図-1に示す無筋の1000×1000×3150mmの柱模擬試験体

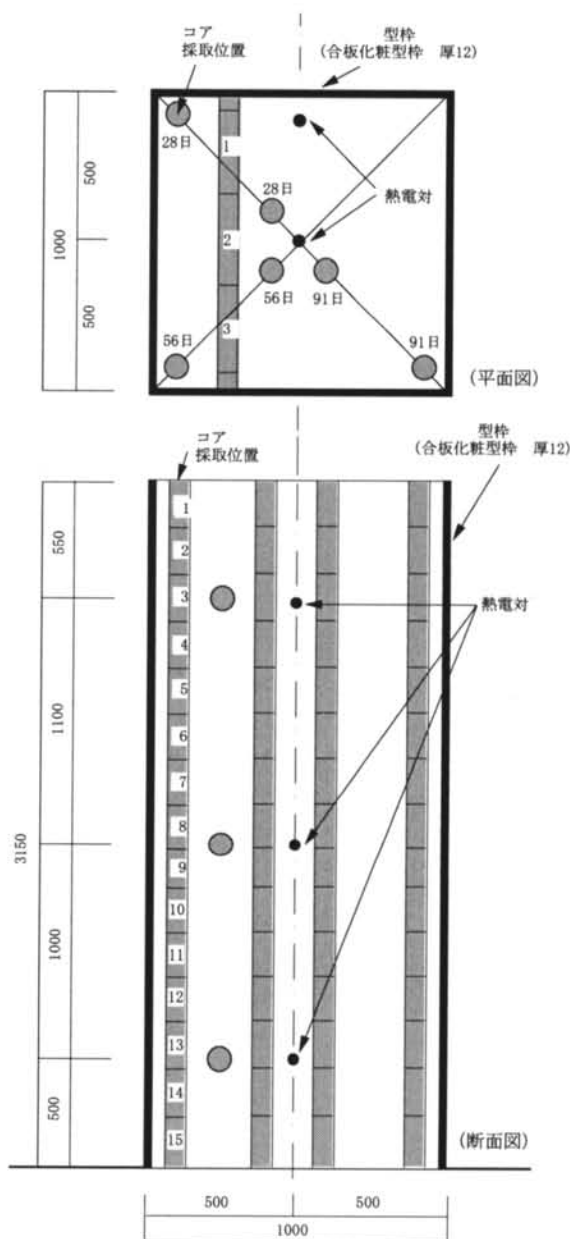


図-1 模擬試験体の概要

に打ち込んだ。打込みは容量2.5m³のバケツに約1.5m³のコンクリートを積み込んで行き、これを2回繰り返して1体の試験体を製作した。締固めは、φ40mmの高周波棒状バイブレータを2本使用して行った。打込み終了後は天端を湿布で養生し、型枠は材齢3日で取り外した。また、材齢28日以降は試験体をシートで覆い、雨が直接かからないように養生した。コンクリート打込み時の状況を写真-1、2に示す。

2.3.3 温度および硬化コンクリートの測定

柱模擬試験体の打込み直後から、図-1に示すように柱高さ方向の500、1500、2600mmの各柱断面において中心部および側面部(表面から50mm)の位置でコンクリート温度の測定を行った。また、同じく図-1に示す位置で試験材齢の3~4日前に鉛直方向にコア採取を行い、材齢28、56および91日で気乾単位容積質量、圧縮強度およびヤング係数の測定、ならびに図-2に示すように画像処理によるコア端面の粗骨材面積率の測定を行った。図-1に示した水平方向のコアは材齢6日で採取を行い、材齢7日から20℃、60%R.H.の恒温恒湿室でコンタクトゲージ法により長さ変化の測定を行った。

なお、フレッシュコンクリートの測定時に、φ10×20cmの供試体の採取を行い、標準養生した後、材齢28、56および91日で圧縮強度およびヤング係数の測定を行った。

§ 3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュコンクリート

表-3にフレッシュ性状の一覧を示す。設定フロー70cmおよび75cmとしたコンクリートについては荷卸し時でスランプフローの目標値に対して2~3cm程度小さい値であり、模擬試験体打込み終了時でも同等の性状を保持しており、ほぼ目標値を満足した。これに対して設定フロー

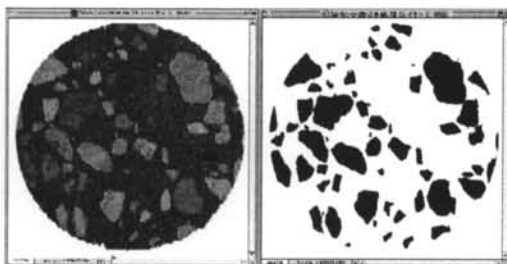


図-2 コア端面の画像 (1) コア端面の画像 (2) 処理後の画像

図-2 粗骨材面積率の測定

を50cmおよび60cmとしたコンクリートでは荷卸し時のスランプフローが10~15cm程度目標値より小さくなったため、流動化して設定フロー50cmに対しては50.0cm、60cmに対しては62.0cmのスランプフローを得た。しかし、模擬試験体打込み終了時点では流動化直後に比較して5~14cm程度フロー値が小



写真-1 コンクリートの打込み状況

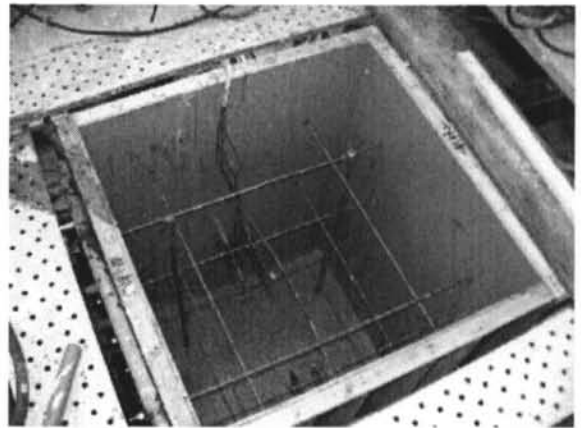
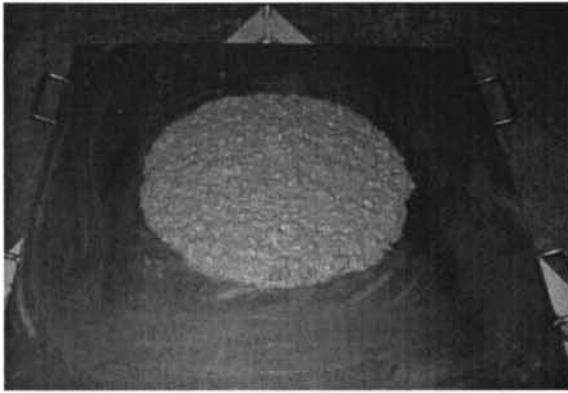


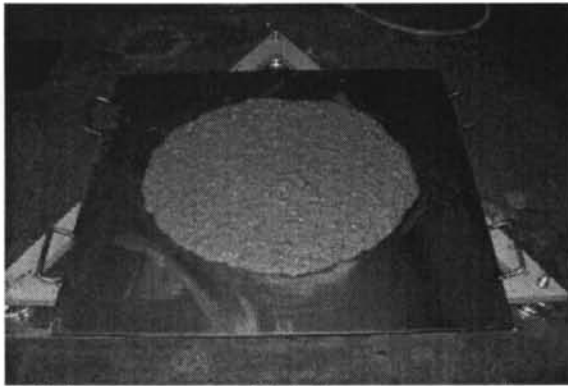
写真-2 コンクリート型枠内部の状況

設定フロー	AD量 (C×%)	フレッシュコンクリート性状									備考
		フロー (cm)	フロー平均 (cm)	50cm時間 (sec)	静止時間 (sec)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/m ³)	C温度 (℃)		
75cm	1.625	73.5	70.0	71.8	3.5	47.3	27.5	1.1	2394	31.5	荷降し
		76.0	72.5	74.3	3.7	56.0	28.0	-	-	-	打込み後
70cm	1.325	70.0	67.0	68.5	3.2	30.6	27.5	1.0	2380	31.5	荷降し
		67.5	65.5	66.5	3.6	27.8	27.0	-	-	-	打込み後
60cm	1.100	53.0	50.0	51.5	-	4.8	26.0	1.4	2367	31.0	荷降し
		63.0	61.0	62.0	2.8	14.7	27.0	1.0	2371	31.0	流動化後
		47.0	48.5	47.8	-	6.0	26.0	-	-	-	打込み後
50cm	1.000	34.5	34.0	34.3	-	2.4	21.0	2.3	2340	32.0	荷降し
		50.0	50.0	50.0	-	6.8	26.5	1.8	2351	32.5	流動化後
		45.0	43.5	44.3	-	7.0	25.5	-	-	-	打込み後

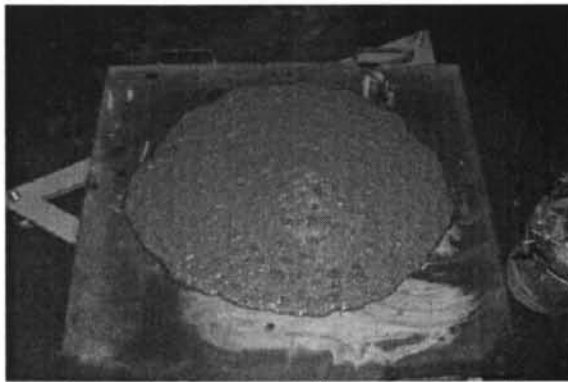
表-3 フレッシュコンクリートの性状



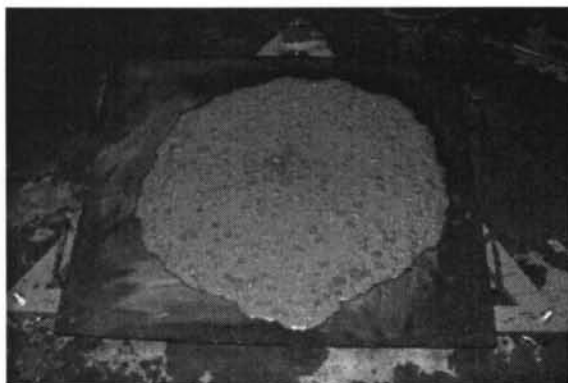
設定フロー 50cm (測定値 50.0 × 50.0cm)



設定フロー 60cm (測定値 63.0 × 61.0cm)



設定フロー 70cm (測定値 70.0 × 67.0cm)



設定フロー 75cm (測定値 73.5 × 70.0cm)

写真-3 スランプフローの状況

さくなくなった。写真-3は、各設定フローのコンクリートのスランプフローの状況を示したものである。設定フロー 50cm および 60cm のコンクリートでは、目視では材料分離が認められなかった。これに対して、設定フロー 70cm のコンクリートではコンクリート表面にモルタルが浮き若干分離ぎみの状態で、また、設定フロー 75cm のコンクリートでは、周辺部にモルタルの先走りが確認でき、材料分離しているものと判断された。

空気量は、荷卸しあるいは流動化時点で 1.0 ~ 2.3 % の範囲となり、いずれも目標値を満足した。また、コンクリート温度は実験を 7 月に実施したために 31 ~ 32.5℃ となった。

3.2 温度履歴

図-3は、各設定フローのコンクリートごとに柱模擬試験体の打込みから材齢 7 日までの温度履歴を示したものである。いずれのコンクリートも材齢 17 ~ 21 時間程度で最高温度に達し、材齢 4 日前後で部材中心、側面ともほぼ外気温と同等となった。

設定フロー 50cm のコンクリートでは、部材側面の下部の測定位置でノイズを拾ったためにデータに若干ばらつきが見られるが、その他の測定位置では上下方向による温度の差はほとんどなく、断面中心部の最高温度は、上部で 82.9℃、中部で 82.5℃、下部で 81.9℃ となり、その差は 1.0℃ であった。また、断面側面部の最高温度は上部および中部で 67℃ 程度とほぼ同等の温度となり、中心部との温度差は約 15℃ であった。つぎに、設定フロー 60cm のコンクリートは、50cm のコンクリートに比較して若干差はあるものの、上下方向の温度差は中心部、側面部とも 3℃ 程度であり、上下方向には大差ないものと判断される。設定フロー 70cm のコンクリートについても、設定フロー 60cm のコンクリートと同等の結果となった。これに対して、設定フロー 75cm のコンクリートでは、上部の中心部最高温度が 86.6℃ であったのに対して、中部で 80.2℃、下部で 76.3℃ となり上下方向の温度差が 10.3℃ となった。同様に側面部でも最高温度の上下方向の差は 5.8℃ となった。設定フロー 50 ~ 70cm のコンクリートでは上下方向の温度差が 1 ~ 3℃ 程度であり、温度測定位置による上下方向の熱の逸散条件は大差ないものと判断できることから、設定フロー 75cm のコンクリートでは上下方向で粗骨材とモルタルの材料分離⁵⁾により上部のコンクリートでは下部のコンクリートに比較して見掛けの単位セメント量が増加したことにより大きな温度差となったものと考えられる。既往の研究では、普通ポルトランドセメントを使用した場合に本実験と同程度の

寸法の柱部材で単位セメント量 10kg/m^3 の増減でコンクリート温度で 1°C 程度の差となるとの報告があることから⁶⁾、これを当てはめると設定フロー75cmのコンクリートでは上下方向で見掛けの単位セメント量が 100kg/m^3 程度異なることになる。

3.3 粗骨材面積率

図-4は、鉛直方向に採取したコア供試体端面の粗骨材面積率を高さ方向に示したものである。各コ

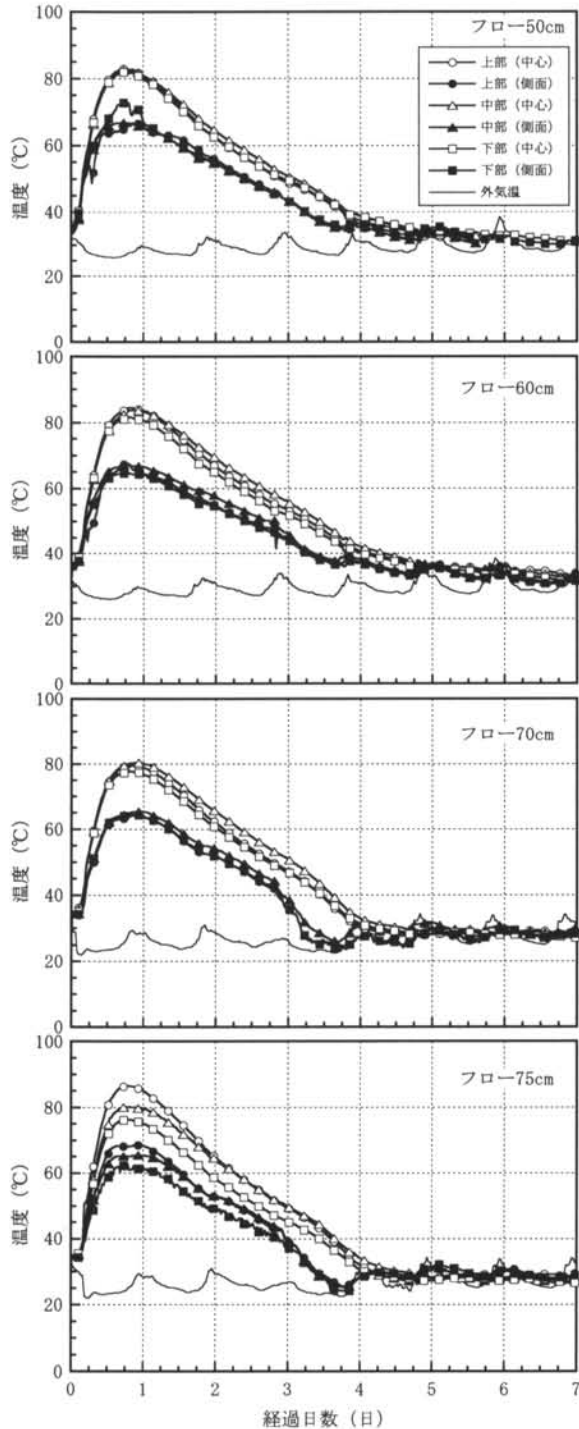


図-3 温度履歴測定結果

ンクリートの粗骨材面積率の平均値は、設定フロー75cmで32.7%、70cmで31.5%、60cmで34.0%、50cmで35.4%となった。調査計算上は粗骨材容積が 341 l/m^3 であり、いずれのコンクリートも粗骨材の比率はこれに近い値となった。しかし、柱試験体の最上部ではスランプフローが大きいほど粗骨材面積率が小さくなり、設定フロー75cmでは0.7%、70cmでは16.2%、60cmで26.1%、50cmで30.8%であった。設定フロー75cmのコンクリートでは、柱上部の50cm程度は粗骨材面積率が平均値の80%以下となり、下部の30cm程度は平均値より20%以上粗骨材面積率が大きい値となった。温度測定結果と同様にこの結果からも設定フロー75cmのコンクリートでは粗骨材とモルタルの材料分離による部材内部のコンクリートの不均質性が著しいものと推定される。一方、設定フロー50、60、70cmのコンクリートでは、最上部のコア端面で粗骨材面積率が若干小さくなる傾向が認められたものの、それより下の位置ではいずれのコア端面でも平均値の±20%以内の値となり、極端な傾向の違いは認められなかった。

3.4 単位容積質量、圧縮強度およびヤング係数

表-4に標準養生およびコア供試体の単位容積質量、圧縮強度およびヤング係数の一覧を示す。

3.4.1 単位容積質量

各コンクリートの単位容積質量の平均値は設定フ

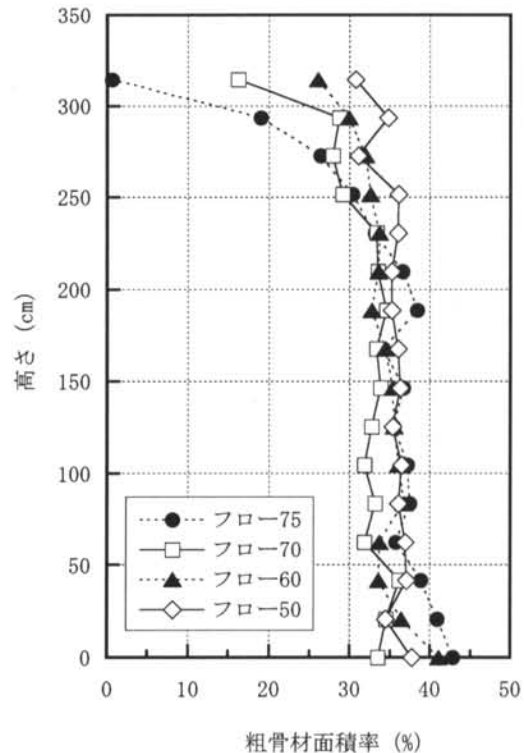


図-4 粗骨材面積率の高さ方向分布

設定フロー (cm)		単位容積質量 (kg/ℓ)			圧縮強度 (N/mm ²)			ヤング係数 (×10 ⁴ N/mm ²)		
		28日	56日	91日	28日	56日	91日	28日	56日	91日
50	標準養生平均	2.43	2.42	2.42	76.7	80.8	84.2	3.97	4.09	4.13
	コア平均	2.37	2.35	2.36	56.0	58.7	60.9	3.58	3.57	3.61
	コア変動係数 (%)	0.8	0.7	0.9	9.1	8.3	10.1	5.7	7.1	5.8
60	標準養生平均	2.44	2.44	2.43	71.1	77.6	81.1	4.03	4.08	4.23
	コア平均	2.35	2.35	2.34	54.5	57.3	58.3	3.47	3.47	3.39
	コア変動係数 (%)	0.9	1.0	0.9	6.8	6.3	6.9	6.5	6.5	6.1
70	標準養生平均	2.45	2.45	2.44	77.0	83.6	87.6	3.92	4.06	4.21
	コア平均	2.38	2.38	2.38	59.4	61.9	63.6	3.61	3.61	3.67
	コア変動係数 (%)	0.8	0.7	0.7	9.2	7.2	8.5	6.7	7.7	7.3
75	標準養生平均	2.49	2.48	2.48	63.3	66.2	68.3	4.42	4.41	4.60
	コア平均	2.40	2.40	2.40	57.5	60.9	63.9	3.48	3.74	3.69
	コア変動係数 (%)	1.7	1.7	1.5	10.1	9.4	10.6	8.6	7.7	8.9

表-4 単位容積質量, 圧縮強度およびヤング係数測定結果一覧

ロー 50cm で 2.36kg/ℓ、60cm で 2.35kg/ℓ、70cm で 2.38kg/ℓ、75cm で 2.40kg/ℓ となり、表-3 に示したフレッシュコンクリートの単位容積質量とほぼ同等の値となった。図-5 は、コア供試体の単位容積質量の高さ方向の分布を材齢ごとに示したものである。この図に示すように設定フロー 50、60 および 70cm のコンクリートでは、若干のばらつきはあるもののいずれも柱下部から上部に行くに従い単位容積質量が徐々に小さくなるという同様な傾向を示し、その差は最下部と最上部で 0.05~0.08kg/ℓ の範囲で変動係数で 1.0% 以下であった。これに対して、設定フロー 75cm のコンクリートでは上下方向の差が 0.16kg/ℓ で他のコンクリートの 2~3 倍程度の値となり、変動係数で 1.5~1.7% となった。

3.4.2 圧縮強度

図-6 は、コア供試体の圧縮強度の高さ方向の分布を材齢ごとに示したもので、各材齢の圧縮強度の値は中心部および側面部から採取したコア強度の平均値で示してある。材齢 91 日では表-4 に示すように平均強度で設定フロー 50cm のコンクリートで

60.9N/mm²、60cm のコンクリートで 58.3N/mm²、70cm で 63.6N/mm²、75cm で 63.9N/mm² となった。各コンクリートの高さ方向の強度分布については、設定フロー 50cm のコンクリートでは、最下部から 1.5m 程度の高さまで徐々に強度が小さくなりそれより上で一旦強度が増加し、3m 付近の最上部で再度強度が小さくなる、という傾向になった。これは、コンクリートの打込みを約 1.5m³ ずつバケットで 2 回繰り返して行ったことにより、1 層目と 2 層目のコンクリートのそれぞれの強度分布の傾向がそのまま表れたものと考えられる。設定フロー 60cm のコンクリートでは、最下部のコアが若干高めの強度となり、最上部のコアが若干低めの強度となった。しかし、設定フロー 50cm のコンクリートのような 2 層の強度分布は見られなかった。つぎに、設定フロー 70cm のコンクリートでは、60cm のコンクリートと同様に最下部のコア強度が高めの値となったが、最上部では 60cm の場合と異なり強度の低下は見られず逆に若干高めの強度となった。この傾向は設定フロー 75cm のコンクリートでより顕著となり、粗骨材の分布がほとんど

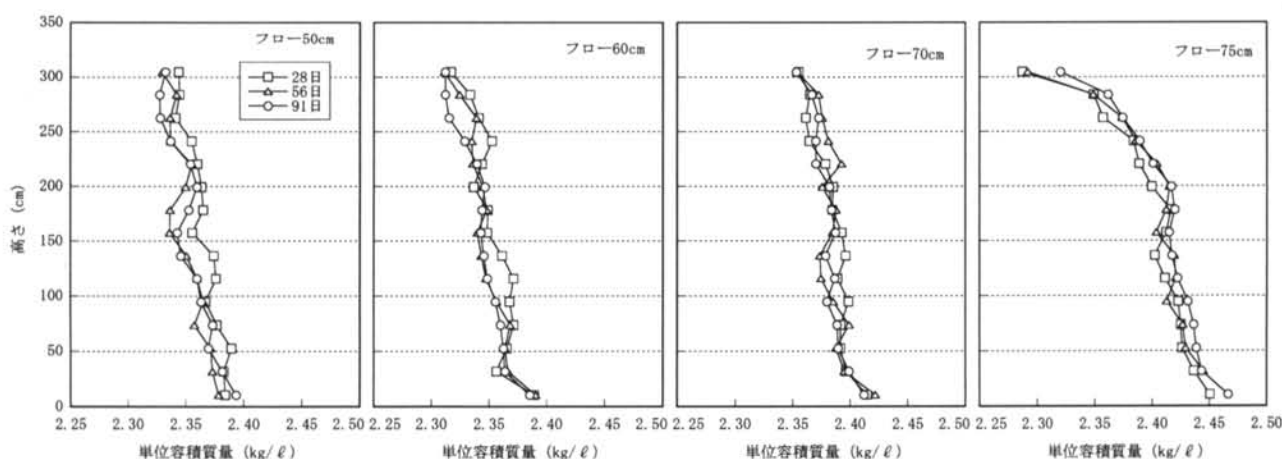


図-5 単位容積質量の高さ方向の分布

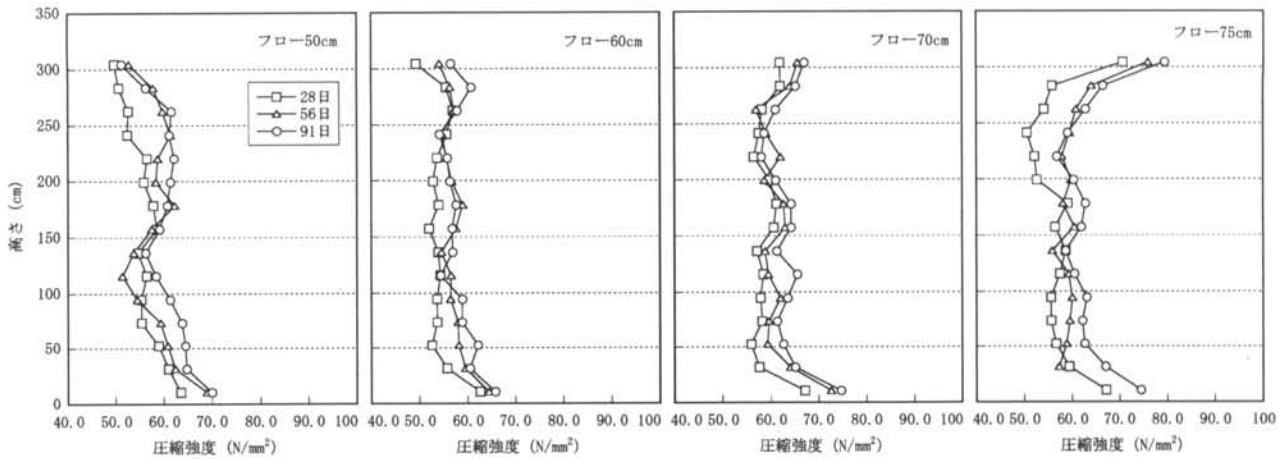


図-6 圧縮強度の高さ方向の分布

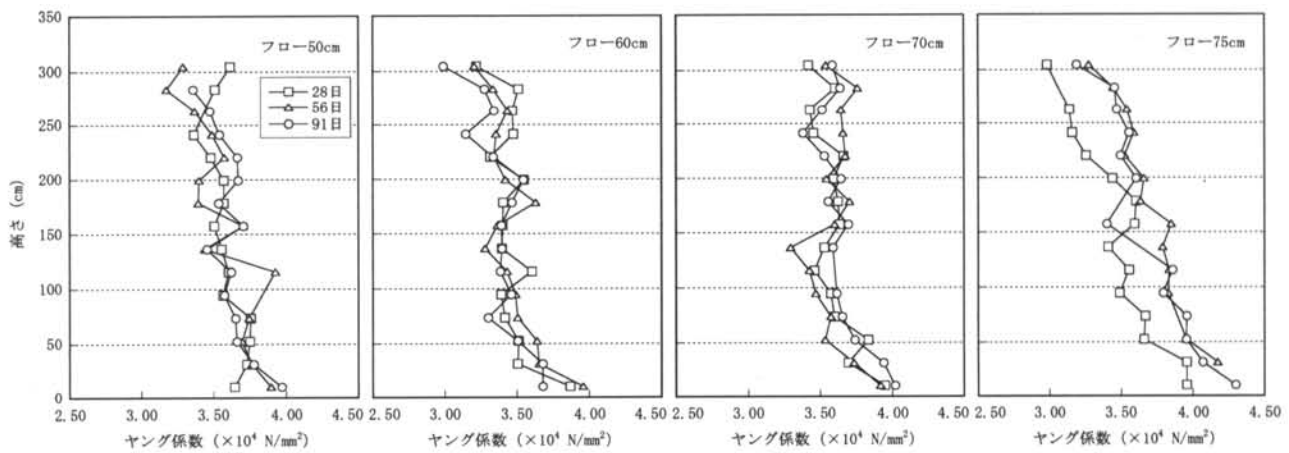


図-7 ヤング係数の高さ方向の分布

なく、単位容積質量も極端に小さくなった最上部のコア強度が高さ方向で最も大きい強度を示す結果となった。

コア強度の変動係数は、設定フロー75cmのコンクリートが最も大きく、ついで設定フロー50cm、70cm、60cmの順となった。このことから、構造体強度のばらつきにはコンクリートの材料分離抵抗性が大きく影響するとともにスランプフローが小さく粘性の高いコンクリートの打込みおよび締固めの程度も影響するものと考えられる。

3.4.3 ヤング係数

つぎに、図-7はコア供試体のヤング係数の高さ方向の分布を材齢ごとに示したもので、各材齢のヤング係数の値は中心部および側面部から採取したコアのヤング係数の平均値で示してある。部材の高さ方向におけるヤング係数の分布は、いずれのコンクリートでも下部から上部に行くに従い小さくなる傾向が見られたが、設定フロー75cmのコンクリートでその傾向が顕著であった。また、ヤング係数の変動係数も表-4に示すように設定フロー75cmのコンク

リートが最も大きい値となり、材料分離の影響が大きいことがわかる。

3.4.4 一般強度のコンクリートとの比較

図-8は、既往の研究⁷⁾における水セメント比51.5%、スランプ21cmのコンクリートを用いた400×400×4000mmの柱部材から採取したコアの材齢28日における圧縮強度とヤング係数を、それぞれの平均値に対する比率を求めて、設定フロー60cmのコンクリートと比較したものである。水セメント比51.5%のコンクリートでは、コア強度は27~37N/mm²程度であった。

この図に示すように、一般の強度のコンクリートでは柱部材の高さ位置と圧縮強度は線形関係にあり、高さ位置が1m上になると圧縮強度は8%程度低下する結果が得られている。これに対して、設定フロー60cmのコンクリートでは、最上部と最下部のコアが他に比較して極端に差があり、一方、中間部ではほぼ均一な強度分布を示している。ヤング係数については両者の高さ方向の低下率はほぼ同等となったが、設定フロー60cmのコンクリートでは圧縮強度と同

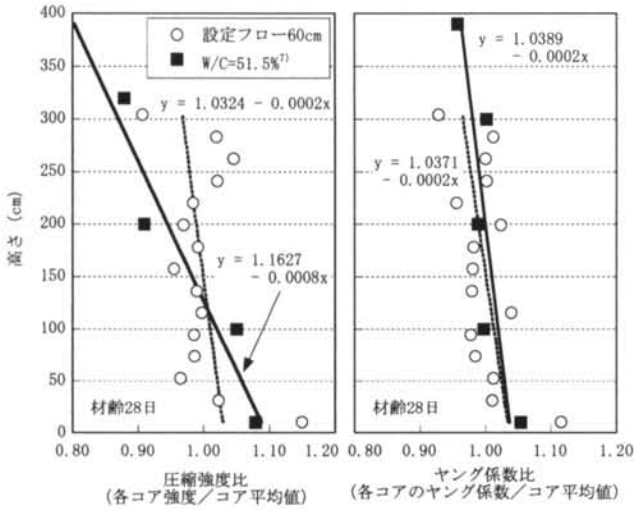


図-8 一般強度のコンクリートとの比較

様に最上部と最下部のコアが他に比較して変動が大きく、水セメント比51.5%のコンクリートと異なる傾向を示した。この傾向の違いは、コンクリート自体の材料分離抵抗性やブリーディング、圧密および振動締固め等の施工の影響によるものと考えられるが、定量的な評価は今後の課題である。

3.5 長さ変化

図-9は、模擬試験体打込み後、材齢6日で水平方向に採取したコアの長さ変化をコンクリートの設定フロー値ごとに示したものである。この図から、設定フロー50cmのコンクリートでは、試験材齢26週までの長さ変化率は $2.5 \sim 2.8 \times 10^{-4}$ で、また60cmのコンクリートでは 3.0×10^{-4} 程度となり、変化率自体は小さく、コアの採取位置による長さ変化の違いは明確ではなかった。設定フロー70cmのコンクリートでは、長さ変化率は設定フロー50および60cmのコンクリートと大差ないものとなったが、採取位置が上部のコアの長さ変化が若干大きく続いてコア下部、中部の順となった。この傾向は設定フロー75cmのコンクリートで顕著となり、長さ変化の最も大きい上部のコアと最も小さい中部のコアの試験材齢26週における差は 0.85×10^{-4} 程度となり、同じ部材に打ち込まれたコンクリートで長さ変化率が30%程度相違する結果となった。

§ 4. 材料分離抵抗性の評価

使用するコンクリートの材料分離抵抗性を評価するために、フレッシュコンクリートの性状確認時に、図-10に示すように $\phi 15 \times 30$ cmの型枠にコンクリートを詰め、振動テーブルで30秒間振動させた場

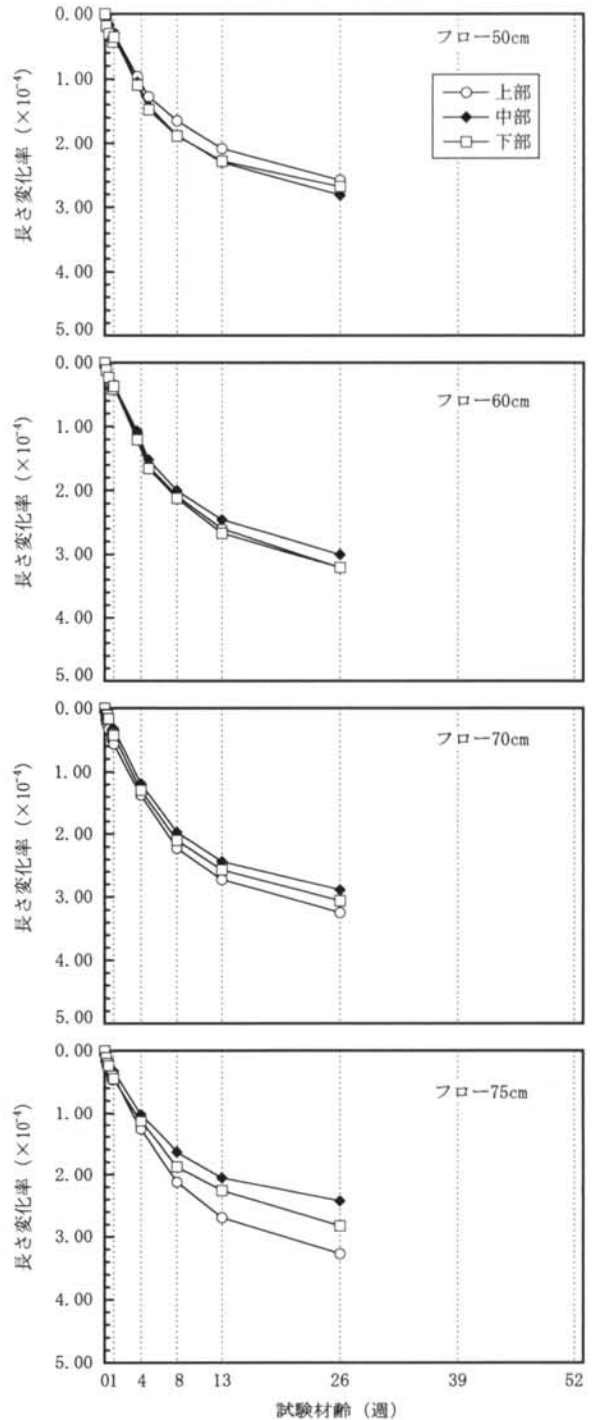


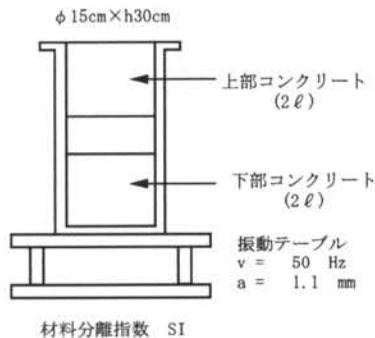
図-9 長さ変化測定結果

合の粗骨材の鉛直方向の偏差を求める実験を行い、材料分離指数を求めた⁵⁾。また、同一調合で混和剤添加量および骨材の表面水率を変えて同じ設定フローに対して50cmフロー時間の異なるコンクリートを試験室で練り混ぜ、同様に材料分離指数を求めた。

図-11は、50cmフロー時間から求めたスランプフロー速度とスランプフロー値および材料分離指数の関係を示したものである。この図から、室内で練り

混ぜたコンクリートは、実機プラントで練り混ぜ柱部材に打ち込んだコンクリートと異なり、同程度のスランプフローでもスランプフロー速度が小さく粘性の高いコンクリートであることがわかる。

これらのコンクリートの材料分離指数は、スランプフロー速度が2 cm/s程度で粘性の高い室内実験で練り混ぜたコンクリートおよび実機で練り混ぜた設定フロー 50cm のコンクリートではほぼ20%以下となり、写真-3 に示したように目視では材料分離が認



$$SI = \frac{G1 - G2}{G1 + G2} \times 100 (\%)$$

G1: 下部コンクリート中の粗骨材の質量 (kg)
G2: 上部コンクリート中の粗骨材の質量 (kg)

図-10 材料分離指数試験の概要

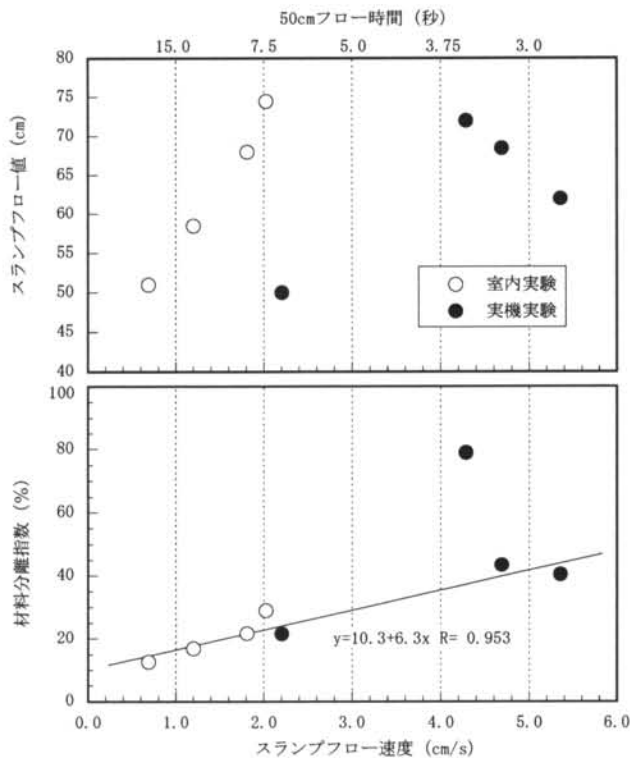


図-11 スランプフロー速度とスランプフロー値、材料分離指数の関係

められなかった実機の設定フロー60cmおよび若干分離ぎみの70cmのコンクリートで40%程度となった。これに対して目視で材料分離が認められた実機の設定フロー75cmのコンクリートは材料分離指数が約80%となり、他のコンクリートに比較して材料分離抵抗性の小さいコンクリートであることが定量的に明かとなった。また、図-11に示す通り、スランプフロー速度と材料分離指数は基本的には線形関係にあるものの、実機の設定フロー75cmのコンクリートだけがこの関係から大きく外れる結果となった。

以上のことから、スランプフロー速度が小さく適度な粘性を有するコンクリートの材料分離抵抗性はスランプフロー速度 (50cmフロー時間) と相関性が高く、一方でスランプフロー速度の大きいコンクリートでは材料分離抵抗性の程度をスランプフロー速度だけでは十分に評価できないことがわかった。しかし、現状ではデータ数が十分でないため、高強度コンクリートの材料分離抵抗性の評価には今後もさらに検討が必要である。

§ 5. まとめ

スランプフローの設定値を変え、材料分離の程度の異なる高強度コンクリートを構造体に打ち込んだ場合の構造体コンクリートの諸性状を把握するための実験を行った。

本実験で得られた結果から、設計基準強度 48 ~ 54N/mm²程度を想定した水セメント比35.0%のコンクリートでは、スランプフローの設定値を70cmを超える値とし、スランプフロー試験時に目視で材料分離が認められたコンクリートは、構造体中でもモルタルと粗骨材の材料分離が生じ、発熱性状、力学性状、耐久性等が同一部材中で著しく異なることが明らかとなった。

今後は、今回得られた実験結果を利用して、コンクリートのレオロジー定数等と材料分離の関連性、および構造体コンクリートの要求性能と材料分離の関係を定量的に検討する予定である。

謝辞

本報告は、清水建設と株式会社内山アドバンスの共同研究として行った実験の一部をまとめたものである。実験にご協力頂いた花王(株)、山宗化学(株)の関係者に感謝します。

また、実験結果の取りまとめについては、北海道大学 名和豊春助教授にご指導頂いた。記して感謝致します。

<参考文献>

- 1) 建設省総合技術開発プロジェクト：鉄筋コンクリート造建築物の超軽量・超高層化技術の開発 平成4年度工法分科会報告書, 1993.
- 2) 日本建築学会編：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事, 1997.
- 3) 秋山英雄, 橋 大介, 井上清司, 秋山文生：“超高層RC集合住宅に適用する高強度コンクリートの施工と品質管理のポイント”, コンクリート工学, Vol.37, No.8, pp.39～44, 1999.
- 4) 日本建築学会編：高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針(案)・同解説, 1997.
- 5) 河井 徹：“高流動コンクリートの配合設計方法に関する実験的研究”, 東京工業大学学位論文, 1996.
- 6) 立部正則, 田中伸幸, 今井 実：“超高強度コンクリートの実用化に関する実験的研究”, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1987.
- 7) 柿崎正義, 佐藤 博, 中西正俊, 奈良禧徳：“コンクリートの静弾性係数の試験方法に関する調査研究(その5)”, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1977.