関西地域における骨材原石の乾燥収縮および細孔径分布に関する実験的研究

EXPERIMENTAL STUDY ON DRYING SHRINKAGE AND PORE SIZE DISTRIBUTION OF AGGREGATE IN KANSAI AREA

立松和彦*¹, 荒井正直*², 岩清水 隆*³, 木村芳幹*⁴
浦野英男*⁵, 今本啓一*⁶, 元木 亮*⁷

*Kazuhiko TATEMATSU, Masanao ARAI, Takashi IWASHIMIZU, Yoshimoto KIMURA,
Hideo URANO, Keiichi IMAMOTO and Ryou MOTOKI*

In order to consider countermeasures against concrete cracks caused by drying shrinkage, properties and pore size distribution of raw ore of aggregate which were used usually in Kansai area were measured at the first step.

As a result, the following was found. There was a big difference at drying shrinkage ratio of each raw ore and there was a difference by core boring direction, too. But, even if same kind of raw ore, some have a big difference at drying shrinkage ratio by core boring direction, but the other doesn't have. High young's modulus of raw ore decreases its drying shrinkage. Low pore volume under 15nm radius of raw ore tends to decrease its drying shrinkage.

Keywords: Aggregate, Raw ore, Drying shrinkage, Pore size distribution, Kansai area

骨材, 原石, 乾燥収縮, 細孔径分布, 関西地域

1. はじめに

コンクリートの物性は、水セメント比や単位水量などの調合や打設の良否によって左右されるが、このほかにも、使用する骨材の物性に大きく影響される。骨材は、細骨材・粗骨材あわせてコンクリートの体積の約7割を、質量では8割近くを占める。骨材は、かつては粒形のよい川砂・川砂利などが主流であったが、現在では細骨材は陸砂・海砂・砕砂が、粗骨材は碎石が主流である。骨材の物性がコンクリートに及ぼす影響について例を挙げると、海砂を用いることによって細骨材中の塩分が問題となり、その初期には除塩せずに用いていたため、現在、「塩害」として顕在化し、その「負の遺産」への対応に苦慮している。また、アルカリシリカ反応性についても、特定の地域あるいは特定の岩種の碎石によって、有害な「アルカリ骨材反応」として顕在化してきている。

塩害やアルカリ骨材反応のような大きなインパクトはないが、骨材の物性がコンクリートに影響を及ぼしている項目のひとつに乾燥収縮がある。コンクリートの乾燥収縮は、基本的にはセメント硬化

体の乾燥収縮によって生じるが、コンクリート中の骨材はこれを拘束する役割を果たすため、骨材自体の弾性係数や乾湿に伴う収縮変形、界面状態などもコンクリートの乾燥収縮に大きく影響する。一般的にはセメントペースト部分の乾燥収縮を抑制するにはコンクリート中の単位水量をなるべく小さくするのがよいと、日本建築学会のJASS5では185kg/m³以下、高耐久RC造設計施工指針(案)では175kg/m³以下と規定している。また単位水量の低減が乾燥収縮の低減に及ぼす効果は、セメント協会の共同試験結果²⁾によれば、同一強度で水量を30kg/m³程度少なくした場合は10～15%である。一方、骨材の種類を変えて同じコンクリート調合で乾燥収縮を調べると、骨材の種類によってその結果は大きく異なる。例えば、セメント協会耐久性専門委員会報告³⁾における粗骨材の種類と乾燥収縮率を比較した結果によると、コンクリートの乾燥収縮率は石灰岩<安山岩<砂岩の順に大きくなり、石灰岩を粗骨材に用いたコンクリートは砂岩を用いたものよりも20～30%小さな乾燥収縮率を示すとされている。この結果から、骨材自体の乾燥収縮はコンクリートの乾燥収

本論文は文献1)の内容を加筆・修正したものである。

*¹ 浅沼組技術研究所

*² 日本建築総合試験所材料部 博士(工学)

*³ 浅沼組大阪本店技術部

*⁴ 浅沼組技術研究所

*⁵ 浅松村組技術研究所

*⁶ 東急建設(株) 博士(工学)

(現 足利工業大学)

*⁷ 大阪兵庫生コンクリート工業組合

Technical Research Institute, Asanuma Corporation
Material Department, General Building Research Corporation of Japan, Dr. Eng.
Engineering Department, Osaka Head Office, Takenaka Corporation
Technical Research Institute, Araigumi Co., Ltd.
Technical Research Institute, Matsumura-gumi Corporation
Tokyu Construction Co., Ltd., Dr. Eng.
(Now Ashikaga Institute of Technology)
Osaka・Hyogo Ready-mixed Concrete Industry Association

縮を検討する場合に無視できないものであることが推察される。すなわち、コンクリートの乾燥収縮を検討するためには単位水量だけでなく骨材自身の乾燥収縮も正しく評価・把握することが重要である。骨材自体の乾燥収縮や圧縮強度、静弾性係数などの値に関する実験データは、馬場ら⁴⁾の報告など⁵⁾があるものの、コンクリートの乾燥収縮を調べたデータと比べて非常に少ない。

そこで、関西（主として大阪・兵庫）地域において日常的に使用されている骨材原石の乾燥収縮率などの諸物性の大略的な傾向を把握することを目的とした実験を行い、圧縮強度、静弾性係数、細孔径分布との関係について検討した。さらに、一部の試料について、コンクリートの乾燥収縮との関連を検討した。これらの検討の結果、いくつかの知見が得られたので報告する。

2. 実験の概要

2. 1 原石試料およびコア供試体

試験に用いた原石の岩種および品質を表1に示す。対象とする原石は、関西地域において日常的に使用されているものおよび比較として石灰岩（記号J）とした。原石の数は、岩種や産地なども考慮して選定した12種類である。これらのうち11種類は砕石であり、1種類は山砂利である。なお、原石K（玉石）には流紋岩あるいは斑岩と考えられるもの（K1）とシルトと考えられるもの（K2）とがあったため、本報では別個の原石として扱うこととした。

供試体は、直径45mm×高さ50～100mmのコアとし、最大寸法300～400mm程度の原石から採取した。コアの採取方向は、原石中で確認された層に対して平行方向および直交方向とした。試料数は、各方向2体以上とした。ただし、原石Lは直交方向のみの1体しか採取できなかった。コア供試体の総数は52体である。

2. 2 試験項目および試験方法

表2に、試験項目および試験方法を示す。乾燥収縮（総数52体）の測定にあたり、基長はコア供試体を20℃の水中に4週間浸せきした時点とし、乾燥期間は基長測定後13週とした。これは、図1に示した例のように、原石では吸水期間4週で吸水膨張がほぼ収束し、乾燥期間13週で乾燥収縮がほぼ収束することによる。測定にはコンタクトゲージを用い、標点間距離を60mmとした。

圧縮強度および静弾性係数の測定には、乾燥収縮試験終了後の供試体を用いた。試料数は、原石ごとに各方向1体以上（原石Lは直交方向のみ）とした。総数は33体である。静弾性係数は、圧縮強度試験時に、供試体側面の対面に検長30mmのひずみゲージを貼り付けて測定した。細孔径分布の測定は水銀圧入法によった。試料としては、圧縮強度試験を行ったものから、各原石ごとに著しく砕けていない1体を選び、さらに3～5mm角程度に粉碎した試料の中から、なるべく扁平でないものを用いた。試料数は、原石試料の数に等しい13試料である。細孔径分布の測定回数は原則として2回とし、測定値がばらついたものについては3回とした。

2. 3 コンクリートの乾燥収縮率の測定

原石の乾燥収縮率とコンクリートの乾燥収縮率との関係を検討するために、原石の記号A, H, J, Kから生産される粗骨材を用いたコンクリート4種類の乾燥収縮率を測定した。原石Aは使用頻度が高く乾燥収縮率の大きな粗骨材、原石Hは使用頻度が高く乾燥収縮率の小さな粗骨材として選定し、原石Kは使用頻度はあまり高くない

表1 試験に用いた原石の岩種および品質

記号	岩種	粗骨材の種類	絶対密度 g/cm ³	吸水率 %
A	硬質砂岩	砕石	2.66	0.80
B	硬質砂岩	砕石	2.66	0.66
C	硬質砂岩	砕石	2.69	0.35
D	硬質砂岩	砕石	2.66	0.89
E	安山岩	砕石	2.62	1.08
F	石英斑岩	砕石	2.63	0.69
G	流紋岩	砕石	2.58	1.10
H	流紋岩質凝灰岩	砕石	2.61	0.76
I	砂岩	砕石	2.57	1.64
J	石灰岩	砕石	2.69	0.39
K1	玉石(流紋岩)	山砂利	2.58	1.29
K2	玉石(シルト)	山砂利	2.58	1.29
L	花崗岩	砕石	2.58	1.12

表2 原石コアの試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
乾燥収縮率	JIS A 1129 コンタクトゲージ法を準用 (乾燥期間13週)
圧縮強度	JIS A 1108 を準用
静弾性係数	JIS原案 抵抗線型ひずみ測定器を用いた 方法を準用
細孔径分布	水銀圧入法により半径約1.5nm～100μmの 細孔を測定

図1 乾燥期間と長さ変化率の関係の例

が粒形の良い粗骨材、原石Jは比較用の乾燥収縮率の小さな粗骨材と位置づけた。セメントは普通ポルトランドセメントを、細骨材は海砂と砕砂の混合砂（質量比70:30で混合）を、混和剤は高性能AE減水剤を用いた。コンクリートの調合は、水セメント比50%、単位水量180kg/m³、細骨材率43.4%とした。スランプおよび空気量の目標値はそれぞれ、18cmおよび4.5%である。各種類ごとに3体の供試体（10×10×40cm）を作製し、JIS A 1129（コンタクトゲージ法）によって乾燥期間26週までの乾燥収縮率を測定した。

3. 実験結果および考察

3. 1 圧縮強度および静弾性係数

図2に、原石の圧縮強度の平均値を、範囲を併記して示す。個々の試験値は表3に示した。同図より、原石の圧縮強度は原石ごとに、また同じ岩種の実験値であってもそれぞれ大きく異なっている。岩種が砂岩系である原石A, B, C, D, Iの圧縮強度は、平均値で94.7～

215.9N/mm²と広範囲にばらついている。このような大きなばらつきは森野ら⁷⁾によっても指摘されており、岩種だけで原石の圧縮強度を判断することは困難であると考えられる。図3に圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。原石の圧縮強度と静弾性係数との関係は、相関係数が0.668 ($t; 4.998 > t_{0.05}; 2.042$ ($n=33$))であることから、緩やかな正の相関が認められる。

3. 2 乾燥収縮率

表3に、乾燥材齢13週における乾燥収縮率を示す。原石の乾燥収縮率は、平均値で $0.58 \sim 8.86 \times 10^{-4}$ と岩種によって大きな差が認められた。また、図4に示すように、同じ原石の試料であってもその採取方向によって差がみられるものとみられないものが存在した。試料A, B, D, K2は採取方向によって乾燥収縮率に比較的大きな差がみられたが、A, B, Dと同種（硬質砂岩）である試料Cおよび砂岩系の試料Iなどではそうした採取方向による差はみられなかった。同じ岩種であっても地質構造や生成年代、風化状態などによってその性質は多種多様である⁷⁾ことを示しているといえる。

なお、原石Aの平行方向試料は平均値で 13.86×10^{-4} と著しく大きな乾燥収縮率を示した。これは、試料中に粘土を含む層が確認できたことから、この層が強く影響したものであると思われる。しかし、圧縮

図2 原石の圧縮強度

図3 原石の圧縮強度と静弾性係数の関係

表3 原石コアに関する試験結果

記号	岩種	採取 方向	13%乾燥収縮率 (×10 ⁻⁴)		圧縮強度 (N/mm ²)		弾性係数 (×10 ⁴ N/mm ²)		細孔量 (平均値、mm ³ /g)									
			測定値	方向別 平均値	両方向 平均値	測定値	平均値	測定値	平均値	半径10μm 以下	半径15nm -1μm	半径15nm 以下						
A	硬質砂岩	平行	15.01	13.86	8.86	106.0	4.33											
			12.70									—	3.62	1.94	1.23	0.34		
		直交	3.85	3.86								—	—	—	—	—	—	—
			3.47									81.7	5.03	—	—	—		
			4.26									—	—	—	—	—		
B	硬質砂岩	平行	2.48	2.21	4.06	94.7	4.96											
			1.94									97.9	7.37	—	—	—		
		直交	6.37	5.92								109.6	4.20	2.18	1.54	0.25		
			5.46									76.5	3.32	—	—	—		
			—									—	—	—	—	—		
C	硬質砂岩	平行	2.07	1.76	1.66	215.9	8.13											
			1.45									200.0	8.25	1.48	0.87	0.25		
		直交	1.57	1.55								158.5	8.21	—	—	—		
			—									289.2	7.92	—	—	—		
			1.53									—	—	—	—	—		
D	硬質砂岩	平行	4.88	5.19	3.32	146.9	5.48											
			5.50									135.2	5.40	10.39	4.89	4.82		
		直交	1.90	1.45								—	—	—	—	—	—	
			0.99									158.6	5.56	—	—	—		
			—									—	—	—	—	—		
E	安山岩	平行	2.44	4.73	4.71	181.6	6.13											
			3.52									189.1	7.10	—	—	—		
		直交	8.23	4.70								—	—	—	—	—	—	
			5.21									132.1	5.41	—	—	—		
			4.18									223.7	5.88	6.74	0.96	5.07		
F	石英斑岩	平行	1.24	1.45	2.22	174.7	7.18											
			1.65									187.6	6.15	—	—	—		
		直交	3.89	3.00								161.7	8.20	1.30	0.39	0.61		
			2.11									—	—	—	—	—		
			—									—	—	—	—	—		
G	流紋岩	平行	2.69	2.17	2.04	218.2	5.95											
			1.65									124.5	4.61	3.97	1.21	2.38		
		直交	2.03	1.91								311.9	7.28	—	—	—		
			1.78									—	—	—	—	—		
			—									—	—	—	—	—		
H	流紋岩質 凝灰岩	平行	0.95	1.30	1.18	208.9	8.20											
			1.65									273.7	8.24	—	—	—		
		直交	1.03	1.06								141.4	7.01	—	—	—		
			1.08									187.6	9.15	2.49	1.63	0.20		
			—									232.8	8.38	—	—	—		
I	砂 岩	平行	4.51	4.84	4.77	124.0	2.73											
			5.17									—	—	—	—	—		
		直交	5.38	4.69								106.3	3.08	18.68	8.85	9.09		
			4.18									151.9	2.68	—	—	—		
			4.51									120.2	2.81	—	—	—		
J	石灰岩	平行	1.03	1.84	1.77	53.2	4.63											
			2.65									62.3	3.83	—	—	—		
		直交	2.36	1.70								44.1	5.42	1.08	0.39	0.31		
			1.03									—	—	—	—	—		
			3.39									—	—	—	—	—		
K1	玉 石 (流紋岩 または斑岩)	平行	1.78	2.59	2.22	207.8	6.69											
			1.24									177.6	5.63	4.08	2.08	1.49		
		直交	2.48	1.86								238.1	7.75	—	—	—		
			—									—	—	—	—	—		
			—									—	—	—	—	—		
K2	玉 石 (シルト)	平行	3.14	3.29	2.14	52.7	3.84											
			3.43									38.3	3.81	23.37	16.04	6.63		
		直交	0.95	0.99								41.0	3.36	—	—	—		
			—									78.8	4.34	—	—	—		
			1.03									—	—	—	—	—		
L	花崗岩	直交	0.58	0.58	0.58	85.5	85.5	5.19	5.19	2.36	1.47	0.09

図4 原石の乾燥収縮率

図5 原石の圧縮強度と乾燥収縮率の関係

図6 原石の静弾性係数と乾燥収縮率の関係

図7 原石の吸水率と乾燥収縮率の関係

強度および静弾性係数の採取方向によるばらつきは、他の原石と大きな差異はみられない。また、粘土を含む層が存在することが、この岩種あるいはこの産地に特有のものなのか、たまたま混じったのかは不明であるが、この原石を粗骨材に用いたコンクリートの乾燥収縮率が一般的にやや大きい傾向にあることは、文献¹⁰⁾などで明らかにされている。したがって、本報では岩種記号Aの測定値を特異な値とせずに検討することとする。

つぎに、圧縮強度と乾燥収縮率との関係を図5に、静弾性係数と乾燥収縮率との関係を図6に、吸水率と乾燥収縮率との関係を図7に示す。これらの図では圧縮強度、静弾性係数、吸水率を測定した個々の試料(33試料)に対応する乾燥収縮率で示している。さらに、これらの関係における相関性について、有意水準5%で検定した結果を表4に示す。今回の実験範囲では、図5～図7それぞれについて断定できるほどの結果ではなかった。圧縮強度と乾燥収縮率の関係(図5)は、いずれの試料区分とした場合においても、相関性がうかがえない結果であった。一方、静弾性係数と乾燥収縮率との関係は、全試料および砂岩系試料を対象とした場合にわずかであるが負の相関がうかがえた。原石の乾燥収縮率は、圧縮強度よりも静弾性係数に影響される部分が大いと考えられる。また、原石の吸水率と乾燥収縮率との関係では相関性はほとんどうかがえなかった。原石の多孔質の度合いを吸水率で判断し、それによって乾燥収縮の程度を把握することは難しいと推察できる。

表4 乾燥収縮率との関係における相関性の検定

説明変数	試料区分	データ数 n	相関係数 r	t *1	大小	t _{0.05} (n-2) *2	相関の有無*3
圧縮強度	全試料	33	0.243	1.395	<	2.042	なし
	砂岩系	14	0.365	1.358	<	2.179	なし
	玉石	5	0.658	1.513	<	3.182	なし
	その他	14	0.005	0.017	<	2.179	なし
静弾性係数	全試料	33	0.515	3.345	>	2.042	あり
	砂岩系	14	0.596	2.571	>	2.179	あり
	玉石	5	0.660	1.522	<	3.182	なし
	その他	14	0.095	0.331	<	2.179	なし
吸水率	全試料	52	0.143	1.022	<	2.008	なし
	砂岩系	22	0.184	0.837	<	2.086	なし
	玉石	6	-*4	-	-	2.776	-
	その他	22	0.350	1.671	<	2.086	なし

*1 $t = r \times (n-2)^{0.5} / (1-r^2)^{0.5}$

*2 t分布表より(有意水準5%)

*3 $t > t_{0.05}(n-2)$ であれば、相関ありと判断できる

*4 相関係数求められず

3. 3 細孔量と乾燥収縮率

一般に、硬化セメントペーストにおいて、乾燥収縮に関与する毛細管空隙の直径は、相対湿度55～60%で30nm以下であるといわれている⁸⁾。一方、内川ら⁹⁾によると相対湿度が55%以上の場合には、乾燥収縮には(直径)30nm～2μmの毛細管空隙の寄与が大きいとしている。そこで、今回の原石における測定結果を検討するにあたり、半径10μm以下の細孔量、半径15nm～1μmの細孔量、半径15nm以下の細孔量とに区分して検討した。

細孔径分布の測定によって得られた半径15nm～1μmの細孔量と乾燥収縮率との関係を図8に、半径15nm以下の細孔量と乾燥収縮率との関係を図9に示す。一部かけ離れたデータもみられるが、概ね、半径15nm以下の細孔量が少ないほど乾燥収縮が小さい傾向がうかがえる。これより、骨材の細孔径分布を測定することによって、

骨材の乾燥収縮率の大小を推測できる可能性を示唆していると考えられる。ただし、原石A,原石Bで細孔量が少ないにもかかわらず乾燥収縮率が高いのは、前述したように細孔量以外の要因が影響を及ぼしていると考えられる。

個々の試料の細孔径分布の例を図10に示す。乾燥収縮の比較的大きな試料A,D,E,Iの細孔径分布と、乾燥収縮の小さな試料C,H,J,Lの細孔径分布とを比較すると、今回の実験では、前者と後者との単位質量に対する細孔量（容積）が大幅に異なるため、乾燥収縮率の大小が、細孔量の多少によるものか、細孔量が細孔径の小さなところに集中したことによるものかは一概に言及できないが、総じて前者（収縮大）は後者（収縮小）よりも小さな細孔が多い傾向にあることから、実験結果は、“骨材の細孔径分布の違いが骨材自体の乾燥収縮を大きくしている可能性がある”とした岩清水らの研究¹⁰⁾と同様の傾向が認められたものと推察した。

3. 4 原石の乾燥収縮率とコンクリートの乾燥収縮率

図11に原石の乾燥収縮率とコンクリートの乾燥収縮率との関係を示す。ここでは、原石の乾燥収縮率は両方向平均値を用いた。なお、原石Kは前述のようにK1あるいはK2と少なくとも2種類の岩種が混合した状態であると考えられるが、原石K1とK2の乾燥収縮率はほとんど差がないので、ここではK1として扱った。図11から、原石の乾燥収縮率とコンクリートの乾燥収縮率との関係は、相関係数としては0.949であったが、データの偏りもあるため相関性についての考察は難しい。また、コンクリートの乾燥収縮率は当初の予想通り、原石Aを粗骨材に用いたものが最も大きな 9.05×10^{-4} を示し、原石Jを粗骨材に用いたものが最も小さな 6.92×10^{-4} を示した。

図8 半径15nm～1μmの細孔量と乾燥収縮率の関係

図9 半径15nm以下の細孔量と乾燥収縮率の関係

(a) 乾燥収縮率の大きな原石

(b) 乾燥収縮率の小さな原石

図10 個々の試料の細孔径分布の例

図11 原石の乾燥収縮率とコンクリートの乾燥収縮率

また、コンクリートを粗骨材とモルタルとの二相材料と考え、粗骨材およびモルタルの乾燥収縮率および静弾性係数などの数値からコンクリートの乾燥収縮を予測する複合則は、大野モデル¹¹⁾、Pickettモデル¹²⁾をはじめいくつかのモデルが提案されている。ここでは、原石の試験で得られた乾燥収縮率および静弾性係数、そして、コンクリートと同じ材料で作製したモルタルの乾燥収縮率および静弾性係数を用い、式(1)に示す馬場式⁹⁾によってコンクリートの乾燥収縮率を計算し、実測値と比較した。表5に結果を示す。計算値は、実測値に比べて14~55%大きな値となった。大略の傾向を把握することは可能といえるが、より正確な値を得るためには、骨材の乾燥収縮率や静弾性係数、さらにはモルタルの乾燥収縮率や静弾性係数の物性値の正確な把握が重要であることが分かる。

$$\varepsilon_c / \varepsilon_m = (1 - (1 - mn) V_a) (n + 1 - (n - 1) V_a) / (n + 1 + (n - 1) V_a) \quad (1)$$

ここに、 $m = \varepsilon_a / \varepsilon_m$, $n = E_a / E_m$
 ε_c : コンクリートの乾燥収縮率
 ε_a : 粗骨材の乾燥収縮率
 ε_m : モルタルの乾燥収縮率
 E_a : 粗骨材の静弾性係数
 E_m : モルタルの静弾性係数
 V_a : コンクリート中の粗骨材の体積比

表5 コンクリートの乾燥収縮率および計算値

原石 記号	Va	Ea (×10 ⁵)	Em (×10 ⁵)	ε_a (×10 ⁻⁴)	ε_m (×10 ⁻⁴)	ε_c (×10 ⁻⁴)	
						実測値	計算値
A	0.377	4.33	2.44	8.86	18.28	9.05	14.02
H	0.374	8.20	2.44	1.18	18.28	7.49	8.57
J	0.374	4.63	2.44	1.77	18.28	6.92	10.06
K1	0.374	6.69	2.44	2.22	18.28	7.39	9.65

4. まとめ

関西（主として大阪・兵庫）地域における骨材原石の乾燥収縮率を把握することを主な目的として実験を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) 原石の乾燥収縮率はそれぞれ大きな違いが認められ、コア試料の採取方向によっても差がみられるものが存在する。しかし、同一

の岩種であっても方向性がみられるものと、みられないものとが存在する。

- 2) 原石の静弾性係数が大きいほど乾燥収縮率が小さくなる傾向がうかがえる。
- 3) 半径15nm以下の細孔量において、原石の細孔量が少ないほど乾燥収縮率が小さくなる傾向がうかがえる。
- 4) コンクリートの乾燥収縮率は、原石の乾燥収縮率が小さなものほど小さな値を示したが、複合則による計算値に対して実測値はいずれも大きな値であった。

5. 今後の課題

今後の課題としては次の3項目があげられる。

- ・それぞれの岩種における試験データを蓄積し、より正確な物性値を求めること。
- ・原石の物性値の簡便な予測手法あるいは簡便な試験法について検討すること。
- ・原石の物性値（乾燥収縮率あるいは細孔量など）とコンクリートの乾燥収縮との関係を把握し、簡便な手法でコンクリートの乾燥収縮率をより正確に予測できるようにすること。

なお今回の試験結果は、当地域におけるコンクリートの収縮ひび割れへの対応を検討するために組織した研究会^{註1)}での活動成果の一部をまとめたものである。

註1) コンクリートの収縮ひび割れ対策研究会：平成12年6月現在の会員は、日本建築総合試験所、大阪兵庫生コンクリート工業組合、近畿砕石協同組合、堂ビル骨材販売組合、阪技会、鉄鋼スラグ協会、浅沼組、新井組、竹中工務店、松村組、東急建設、花王

参考文献

- 1) 立松和彦、大橋正治、浦野英男、木村芳幹：骨材の品質がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響に関する研究（その2 岩石および玉石に関する実験結果）、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.743-744、1999.10
- 2) (社)セメント協会コンクリート専門委員会報告：細骨材の品質がコンクリートの諸性質におよぼす影響、F-32、1981.3
- 3) (社)セメント協会耐久性専門委員会報告：H-7、1992
- 4) 岸谷孝一、馬場明生：建築材料の乾燥収縮機構、セメント・コンクリート、1975.12
- 5) 武田寿一、中根 淳、小柳光生、増田安彦：鉄筋コンクリート外壁のひび割れに関する研究（その4 乾燥収縮に及ぼす骨材・調合の影響）、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.341-342、1988.10
- 6) 後藤幸正、藤原忠司：乾湿に伴う骨材の体積変化について、セメント技術年報、XXVIII、pp.136-139、1974
- 7) 森野奎二、山口典良：高強度コンクリート用骨材の品質特性、骨材資源、No.99、pp.113-127、1993
- 8) A.Bentur et al. : Proceeding of 7th Int. Cong. Chem. Cem (Paris), Vol. III, pp. VI-26-31、1980
- 9) H.Uchikawa, S.Hanehara, D.Sawaki, 3rd NCB international seminar on cement and building materials (New Dehri), Vol.4, pp.VIII 1-12、1991
- 10) 岩清水隆、米澤敏男、井上和政、松本竹史：コンクリートの乾燥収縮に及ぼす骨材品質の影響に関する実験、建築学会大会学術講演梗概集、pp.1079-1080、1998.9
- 11) 大野和男：北海道大学工学部研究報告、No.9、1953
- 12) G.Pickett : Journal of ACI, Vol.52, No.5、1956

(2000年7月10日原稿受理、2001年7月4日採用決定)