

CaO・Al₂O₃ 骨材を用いたコンクリートの物質浸透特性伊藤慎也^{*1} 盛岡実^{*1} 中西縁^{*2} 伊代田岳史^{*3}^{*1} デンカ株式会社 セメント・特混研究部(〒949-0393 新潟県糸魚川市大字青海 2209)^{*2} 芝浦工業大学 大学院理工学研究科建設工学専攻(〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5)^{*3} 芝浦工業大学 工学部土木工学科(〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5)

要旨：カルシウムアルミネートの一種である CaO・Al₂O₃ を骨材として使用したセメント硬化体について、基礎物性および簡易透水試験による物質浸透性の検証を行った。その結果、CaO・Al₂O₃ 骨材を用いたコンクリートの強度特性とコンクリートの吸水特性とは相関が認められず、CaO・Al₂O₃ 骨材表面部の反応により生成する hidroカルマイトやフリーデル氏塩の生成量が物質浸透性に関係している可能性が示唆された。また、SEM-EDS の結果からも、天然粗骨材を用いたコンクリートと比較して、CA 骨材を用いたコンクリートでは骨材界面が密実となっており、CA 骨材の外部と内部とは異なる水和物が生成している可能性が示唆された。

キーワード：カルシウムアルミネート骨材、遷移帯、塩化物イオン、フリーデル氏塩

1. はじめに

日本は海に囲まれた島国であり、特に沿岸部のコンクリート構造物においては塩害による劣化が多く報告されている。近年では、コンクリートの塩害劣化を引き起こす因子となる可溶性塩化物イオンをコンクリート内部で化学的に固定化し、無害化する技術としてカルシウムアルミネート系の混和材が開発され、多くの研究成果が報告されている。これは、カルシウムアルミネートの一種である CaO・2Al₂O₃(以下 CA₂) を主成分とし、ポルトランドセメントに混和することにより、セメント水和物である Ca(OH)₂(以下 CH) と反応して hidroカルマイトを生成し、コンクリート中に浸入してきた塩化物イオンをフリーデル氏塩として固定化するものである。また、塩化物イオンの拡散係数を小さくする効果をもたらすことが報告されており¹⁻⁴⁾、既にモルタル製品やコンクリート用の混和材としての実用化が進められている。当該材料は、硬化体中のセメントペースト部分の改質を目的とした技術である。一方でモルタルやコンクリートには、骨材とセメントペーストとの間に遷移帯と呼ばれる脆弱層が存在する⁵⁻⁷⁾。この遷移帯は、CH の積層や直径 50nm 以上の粗大な空隙を含み、塩化物イオンをはじめとする劣化要因物質の硬化体内部への浸入経路となるため、コンクリート構造物の劣化を防止するためには遷移帯部分の改質も重要である。

筆者らは、カルシウムアルミネートがセメント水和物の CH と反応して hidroカルマイトを生成して緻密化することや、塩化物イオンが作用する場合にはフリーデル氏塩を生成して緻密化することに着目し、CaO・Al₂O₃(以下 CA) を主成分とする骨材(以下 CA 骨材)を

用いた場合の遷移帯改質効果について検討を進めてきた。その結果、普通セメントを用いたモルタルやコンクリートに適用した場合、骨材表層部が反応することで遷移帯部分に hidroカルマイトやフリーデル氏塩等の水和物を生成することを確認し、緻密化による遷移帯改質の可能性を見出している^{8,9)}。

そこで、本研究では CA 骨材による遷移帯改質効果が物質透過性に与える影響を確認すること目的として、簡易透水試験による物質透過性の検証を行うとともに、SEM-EDS による局所分析により骨材界面の観察を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究におけるセメントは、いずれの試験においても普通ポルトランドセメント(以下 OPC)を用いた。Table 1 に本試験に使用した CA 骨材の主要化学成分、密度および吸水率を示す。また、Fig. 1 に CA 骨材の外観を示す。CA 骨材は最大粒径 20mm の粗骨材であり、JIS A 5005 に規定される粒度分布の範囲内となるよう調製した。また、比較用の粗骨材として大分県津久見市青江胡麻柄山系の石灰石砕石(以下天然骨材)を用いた。なお、石灰石砕石の表乾密度は 2.70g/cm³、吸水率は 0.34 % である。Fig. 2 に本研究において使用した粗骨材の粒度分布を示す。なお、細骨材には千葉県君津市法木産の山砂を使用した。

2.2 供試体の調製

(1) ペースト供試体

Table 2 にペースト配合を示した。本研究においては、CA 骨材の反応性の違いを考察するため、ペースト試験

Table 1 Chemical and physical properties of CA aggregate

	Chemical composition (%)									Density (g/cm ³)	Water absorption (%)
	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	FeO	S	SO ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O		
CA aggregate	55.6	31.7	4.2	4.6	0.9	0.18	—	—	—	2.89	0.47



Fig. 1 Appearance of CA aggregate

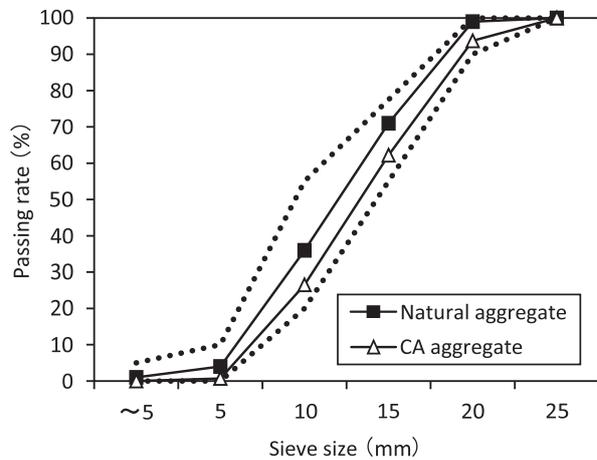


Fig. 2 Particle size distribution

Table 2 Mix design of paste

No.	W/C (%)	Cement	CA powder	Mixing water
1	50	OPC	5 % for paste volume	Tap water
2				3 % NaCl solution

においては CA 骨材を予めボッドミルで粉砕して粉末化した後、150 μ m 篩を全量通過することを確認して試験に供した。いずれもペーストの水セメント比は 50 % とし、粉末化した CA 骨材を外割で 5 % 添加して練混ぜを行った。なお、塩化物イオンの供給有無が生成水和物に与える影響を確認するため、練混ぜ水には上水道水と 3 % 濃度の NaCl 水溶液を使用した。

(2) コンクリート供試体

Table 3 にコンクリート配合を示した。コンクリート試験においては、粗骨材だけの影響を確認するため、いずれの配合においても細骨材には天然骨材を使用した。なお、表中には天然粗骨材を G1、CA 骨材を G2 と表記した。なお練混ぜ水には上水道水の他に 3 % 濃度の NaCl 水溶液も使い、内在塩分のある状態での供試体も作製した。

2.3 試験項目および測定方法

(1) CA 骨材の反応性検証

時間経過に伴う水和生成物の変化を確認するため、粉末 X 線回折法 (XRD) にて水和物の同定を行った。なお、測定材齢は、練混ぜ前、1 日および 7 日とした。ペースト供試体は所定の材齢に達するまで封緘養生を施し、試験直前に粉砕し、試験に供した。

(2) コンクリートの基礎物性

コンクリートの基礎物性としては、フレッシュ性状の確認として JIS A 5308 に準拠したスランプおよび空気量の測定を行った。また、強度特性として JIS A 1108 に準拠した圧縮強度の測定を行った。なお、供試体の養生方法は 20 °C 封緘養生とし、測定材齢は 28 日および 56 日とした。

(3) 物質透過性の検証

CA 骨材の使用によって遷移帯改質効果がある場合、コンクリート内部への物質浸透性に影響が出るものと考えた。そこで、簡易透水試験により粗骨材の違いがコンクリート内部への水の浸透に与える影響を確認した。簡易透水試験には ϕ 10 \times 20cm の円柱供試体を厚さ 5cm に切断した供試体を用い、Fig. 3 に示すように供試体上面にプラスチックカップを設置した中に 100cc の水を入れ、所定の時間ごとに供試体重量を測定し、その重量増加分を試験前の供試体重量で除すことで吸水率を求めた。なお、供試体は材齢 28 日まで封緘養生を施し、その後 7 日間 40 °C の環境下で強制的に乾燥させ、供試体内部の水分を除去した状態で試験に供した。

(4) 骨材界面状況の観察

CA 骨材の塩化物イオン固定化能力を確認するため、前述した簡易透水試験と同一養生を施したコンクリート供試体を用い、供試体割断面の骨材部分に着目した反射電子像の観察と、元素分析を行った。なお、反射電子像の観察には走査型電子顕微鏡 (日立ハイテクノロジー社製 SEM: SU6600) および微小部元素分析計 (オックスフォード Inc. 社製 EDS: INCA Energy X-act) を用いた。

Table 3 Mix design of concrete

No.	Cement	W/C (%)	s/a (%)	Unit weight (kg/m ³)					Mixing water
				W	C	S	G1	G2	
N	OPC	50	48	170	340	852	951	—	Normal
NCA							—	1007	
NCA-S							—	—	3 % NaCl solution

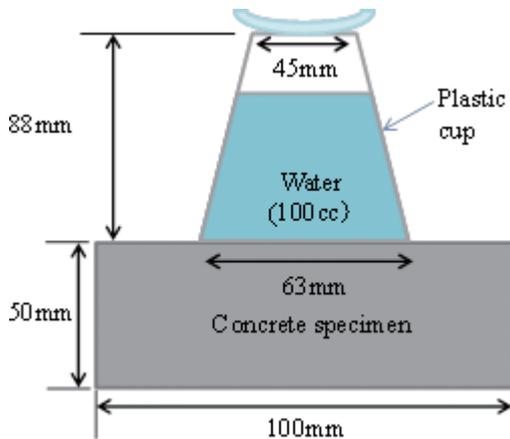


Fig. 3 Simplified permeability test

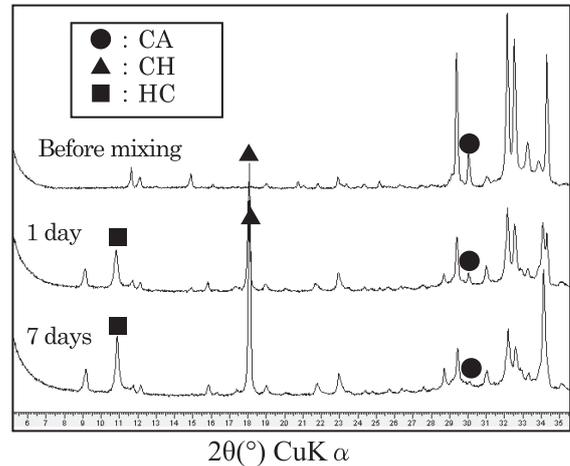


Fig. 4 XRD pattern of hardened paste (No. 1)

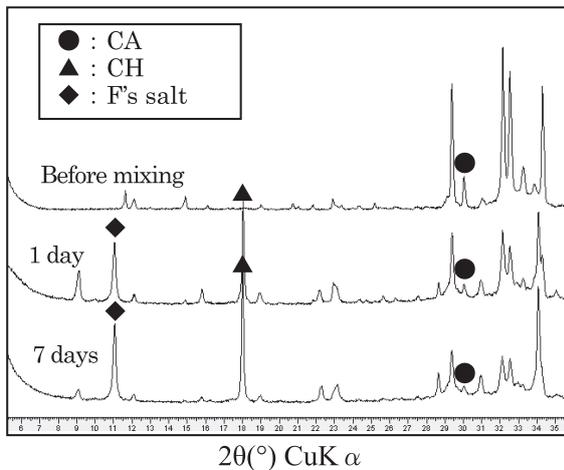


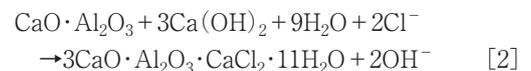
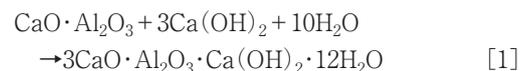
Fig. 5 XRD pattern of hardened paste (No. 2)

3. 結果と考察

3.1 CA 骨材の反応性

Fig. 4 および Fig. 5 にペースト供試体の XRD パターンを示す。練混ぜ水に水道水を用いた Fig. 4 においては、練混ぜ前には CA のピークが確認されるものの、時間の経過に伴いそのピークが減少し、代わりに水合カルマイト (図中は HC と表記) が生成していることが分かる。また、Fig. 5 に示す 3%NaCl 水溶液で練混ぜた場合においては、水道水で練混ぜた場合と同様に、練混ぜからの時間経過に伴い CA のピークが減少しているが、水合カルマイトは確認されず、フリーデル

氏塩 (図中は F 塩と表記) のみ確認されている。これらは、式 [1] および式 [2] に示す反応が起きているためと考えられ、既往の研究^{8,9)} のとおり CA 骨材自身が水和反応する材料特性を保有しており、セメント水和物として CH が供給される条件下では水合カルマイトが生成し、更に塩化物イオンが存在する場合にはフリーデル氏塩が生成して塩化物イオンを固定化することができるものとする。



3.2 コンクリートでの評価

(1) コンクリートのフレッシュ性状

フレッシュ性状の測定結果を Table 4 に示す。減水剤および AE 助剤の添加量を一定とした場合、CA 骨材の使用に伴いスランプが減少する傾向が認められた。本研究においては、プレウエッティングした CA 骨材をコンクリートの練混ぜを行う直前に表面乾燥状態に調整して使用しており、骨材の表面水による影響は除外することから、CA 骨材からの Ca イオンの溶出や、AE 減水剤の CA 骨材への吸着 (消費) などがコンクリートのフレッシュ性状に影響を及ぼしたものと推察される。つまり、CA 骨材が Ca を豊富に含むため、骨材そのもの

Table 4 Fresh properties of concrete

No.	Admixture	AE C×%	Slump (cm)	Air (%)
N	C×0.5%	0.002	7.5	4.7
NCA			3.5	4.4
NCA-S		0.0016	4.0	5.4

Table 5 Density of hydrate

	Density (g/cm ³)
CA	2.95
CH	2.24
Hydrocalumite	2.02
Friedel's salt	2.09

のがセメントと同様に減水剤の吸着サイトを多く保有しているとも見なせる。CA 骨材の実用化にあたっては、適切なフレッシュ性状の確保が重要となるため、CA 骨材と減水剤との相互作用などの検証を行う必要があり、これについては今後の課題である。

(2) コンクリートの強度特性

Fig. 6 に材齢 28 日と 56 日の各配合における圧縮強度測定結果を示す。CA 骨材を用いることで圧縮強度が増加する傾向が認められ、材齢 28 日、56 日ともに NCA 配合が最も高い強度を示した。天然骨材を使用した N 配合とは粗骨材以外の配合条件が全く同じであることから、この強度特性の違いは CA 骨材に起因していることが明らかであり、前述の式[1]および[2]に示す CA 骨材の水和反応によって水化カルマイトおよびフリーデル氏塩を生成したことが影響しているものと推察される。Table 5 に CA、CH、水化カルマイトおよびフリーデル氏塩の密度を示した。これを元に式[1]と式[2]の体積変化を算出すると、固相の体積増加率がいずれも 182% となり、骨材表面部の体積が大幅に増加することを意味している。このため、CA 骨材が反応したことにより、骨材周辺の固相体積が増加することで緻密化し、それが圧縮強度の増加に繋がったものと推察される。殊に、改質される場所が、本来なら硬化体組織の弱点となりやすい遷移帯であることも圧縮強度に優位差を生む要因となっていると考えられる。

(3) 物質浸透性

CA 骨材の使用により、その反応性から骨材表面部に水化カルマイトやフリーデル氏塩などの水和物を生成しているものと考えられ、それがコンクリート硬化体内部の緻密化に寄与している可能性が考えられた。そのため、CA 骨材の使用有無が実際の物質浸透性に与える影響を検証するため、簡易透水試験を実施した。測定材齢は 30 時間までとし、各コンクリート供試体の吸水率を物質浸透性の評価指標とした。Fig. 7 に各配合における吸水率の経時変化を示す。Fig. 7 より、試験開始

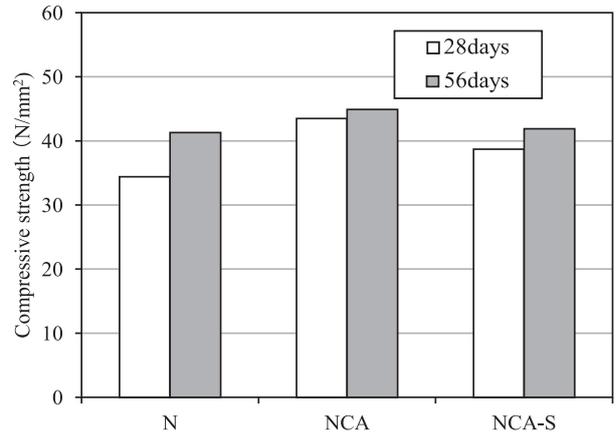


Fig. 6 Compressive strength

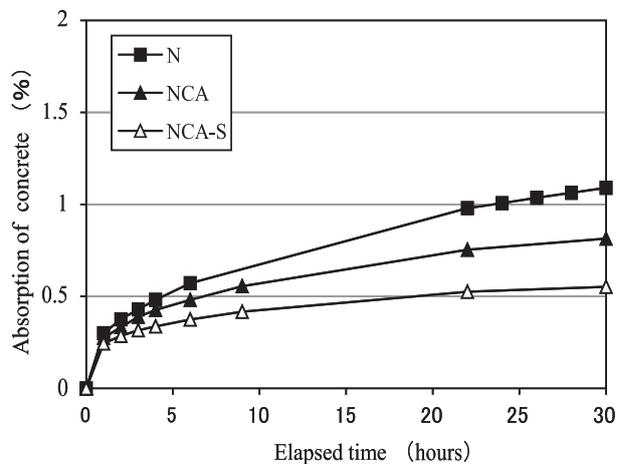


Fig. 7 Absorption of concrete

から材齢 30 時間の段階で、天然骨材を用いた N 配合と比較して、CA 骨材を用いた NCA 配合では約 25%、NCA-S 配合では約 50% の吸水率低下が認められている。本試験においては供試体内部を完全に乾燥させた状態から透水試験を開始しているため、骨材自身の吸水率の大小に影響を受けることとなるにも関わらず、吸水率の高い CA 骨材を用いた配合においてコンクリートの吸水率が低くなる傾向が認められた。一方で材齢 28 日の圧縮強度としては NCA 配合が最も高い値を示しており、圧縮強度と吸水率との結果にも相関が認められない。この原因としては以下のように考察する。まず、式[1]および式[2]に示す反応が CA 骨材の表面部で起こったことにより、水化カルマイトとフリーデル氏塩が生成し、それらの体積増加によって骨材界面の遷移帯部分が緻密化され、天然骨材を用いた N 配合よりも NCA 配合および NCA-S 配合におけるコンクリートの吸水率が小さくなったものと推察される。また、既往の研究¹⁰⁾において CA 骨材自身を 3% NaCl 水溶液に浸漬させた場合、セメント由来の CH が供給されない条件下でも塩化物イオンが作用した場合にはフリーデル氏塩を生成することが報告されている。すなわち、塩化物イオン

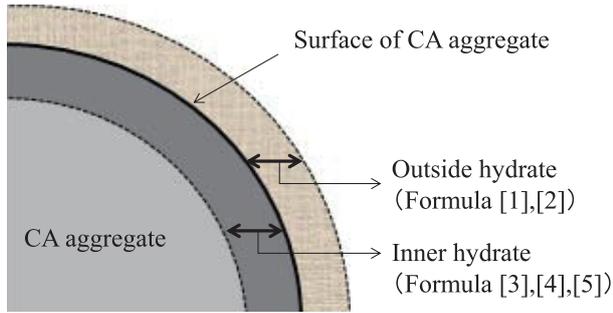


Fig. 8 Schematic diagram of hydration

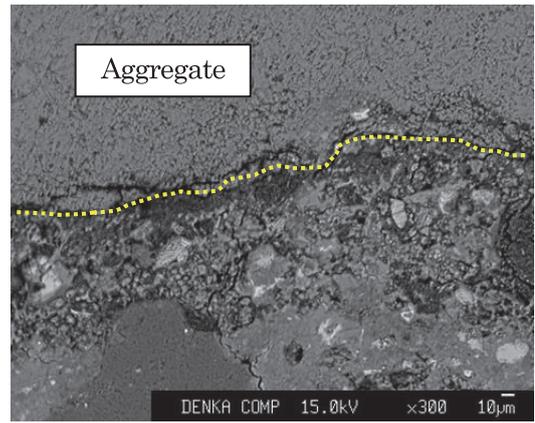


Fig. 9 SEM image (N ; Natural aggregate)

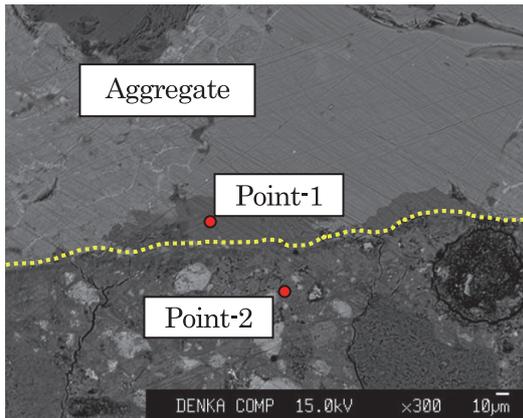


Fig. 10 SEM image (NCA ; CA aggregate)

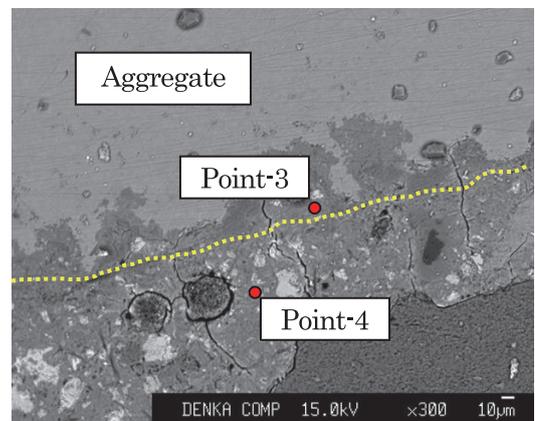


Fig. 11 SEM image (NCA-S ; CA aggregate + NaCl)

ンが存在する環境下においては、CH が供給されない場合でも、CA 骨材の表面部では式[3]に示す反応が起きているものと考えられる。

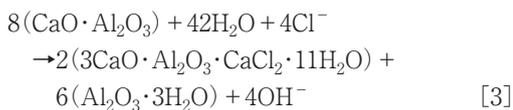
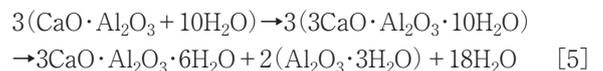


Table 5 に示す水和物の密度および水酸化アルミニウム $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{AH}_3)$ の密度 $2.42\text{g}/\text{cm}^3$ を用いて当該反応における固相の体積増加率を算出すると 220 % となり、式[2]と同様に体積膨張を示すこととなる。ただし、Fig. 8 に模式的に示すとおり、式[2]はセメントから供給される CH との反応であるため CA 骨材の外側、すなわち遷移帯における反応となるが、式[3]の反応は主に CA 骨材の内側で起こる反応であり、直接的には遷移帯部分の改質には寄与しないものと推察される。従って、NCA-S 配合中の CA 骨材表面においては式[2]の反応による遷移帯部分の緻密化と、式[3]の反応による骨材表層部の緻密化が相乗的に起こったものと考えられる。一方、NCA 配合においては、CH が供給されない条件下において CA 骨材表層部では式[4]に示す反応が起こっているものと考えられる。この場合、 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}(\text{CAH}_{10})$ の密度 $1.72\text{g}/\text{cm}^3$ を用いて固相の体積膨張を算出すると 366 % となり、式[3]の反応よ

りも大きな体積膨張を示すこととなるが、本試験では供試体を 40°C の環境で 7 日間強制的に乾燥しているため、実態としては式[5]に示す水和物の結晶転化が起こったものと推察される。式[5]の場合、 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}(\text{C}_3\text{AH}_6)$ の密度 $2.52\text{g}/\text{cm}^3$ を用いて固相の体積増加を求めると 172 % となり、NCA-S 配合の場合よりも小さな値となる。



式[3]によって生成するフリーデル氏塩は 40°C 程度では脱水しないため、CA 骨材表層部の組織としては NCA-S 配合がより緻密化しており、それが両配合における吸水率の差として現れたものと推察される。いずれにしても、CA 骨材の反応による水和物の生成が物質の浸透性に影響を及ぼしている可能性が唆された。

(4) 骨材界面状況の観察

Fig. 9~11 に各配合におけるコンクリート断面の SEM 画像を示す。なお、各図には骨材界面とペースト

Table 6 Molar ratio of hydrates (measured value)

Position of observation		Molar ratio		
		Ca/Al	O/Al	Cl/Al
NCA	Point-1	1.5	3.8	—
	Point-2	2.6	7.8	—
NCA-S	Point-3	2.1	5.1	0.2
	Point-4	2.0	5.8	0.3

部の境界を破線で示した。境界部分の特定は、骨材周辺の SEM 画像の拡大により骨材端部の境界線の確認することで行い、不明瞭な点においては、EDS 分析によって検出される元素の変化点や別途実施した EPMA の元素マッピングにおいて Ca、Si、Al 等の濃度が著しく変化する領域などから総合的に判断した。天然粗骨材を用いた N 配合においては、骨材とペースト部との界面において空隙を含んだ組織が粗になっている箇所、すなわち遷移帯が認められた。一方で CA 骨材を用いた NCA 配合および NCA-S 配合では、いずれも遷移帯の存在は認められず、密実な組織となっていることが確認されており、骨材自身の反応による水和物の生成が組織の緻密化に寄与しているものと推察された。簡易透水試験において、骨材種の違いにより物質透過性に差が認められた要因として、これら硬化体組織、特に骨材界面付近の状態が影響を及ぼしたものと推察される。

また、CA 骨材を用いた NCA 配合および NCA-S 配合において、骨材表面の内部、外部に生成した水和物を確認する目的で Fig. 10 および Fig. 11 の図中に示した位置において、SEM-EDS による元素分析を行った。Table 6 に各測定点における実測モル比を示す。骨材内部の表層部分に着目した場合、NCA 配合においては Ca/Al モル比が 1.5 前後、O/Al モル比が 4.0 前後となっているのに対し、NCA-S 配合では Ca/Al モル比が 2.1、O/Al モル比が 5.1、Cl/Al モル比が 0.2 となっており、それぞれ異なる水和物が生成している可能性が示唆された。また、骨材外部の表層に着目した場合、NCA 配合で Ca/Al モル比が 2.6、O/Al モル比が 7.8、NCA-S 配合で Ca/Al モル比が 2.0、O/Al モル比が 5.8、Cl/Al モル比が 0.3 となっていることが確認された。これらのモル比は、Table 7 に示す各種水和物の理論モル比とはやや異なるものの、概ね NCA 配合の内部水和物は hidrogeranet ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) に、外部水和物は hidrocalumite のモル比に近似することが確認された。また、NCA-S 配合においては、内部水和物、外部水和物ともに塩化物イオンを含むカルシウムアルミネート系水和物であることが確認されており、フリーデル氏塩である可能性が示唆された。本検証は局所的な分析であり、また骨材周辺の水和生成物は観察位置によって異なり、複数の種類が形成されている可能性があるため、今後より詳細な検証が必要と考えるが、いずれにしても CA 骨材の内部と外部とで異なる水和物

Table 7 Molar ratio of hydrates

	Ca	Al	O	Cl
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (C_4AH_{13} : HC)	2	1	10	—
$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.5	1	2.5	—
$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	0.5	1	7	—
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (C_3AH_6 : HG)	1.5	1	6	—
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (F's salt)	2	1	8	1

が生成している可能性が示唆された。

4. まとめ

カルシウムアルミネートを主成分とする CA 骨材を使用したコンクリートについて、基本物性の確認と物質浸透性に与える影響について検証を行い、以下の結果を得た。

- (1) CA 骨材は、セメントの種類によらず水和反応を示すことが確認された。また、CA 骨材を粗骨材として使用した場合、コンクリートのスランプ値が低下する傾向が認められた。
- (2) コンクリートの強度特性において、CA 骨材の使用により圧縮強度が増加する傾向が認められた。
- (3) 簡易透水試験における吸水率は、試験開始時の圧縮強度との相関が認められなかった。これは、CA 骨材表面部で hidrocalumite およびフリーデル氏塩を生成する緻密化反応に加え、塩化物イオン存在下で CA 骨材自身の内部反応が並行して起こり、CA 骨材内部への吸水も抑制されたためと推察した。
- (4) 天然粗骨材を用いたコンクリートにおいて、骨材界面に粗な組織構造の遷移帯が認められたのに対し、CA 骨材を用いたコンクリートは骨材界面が密実となっていることが確認された。これは、CA 骨材が反応して水和物を生成したことに起因しているものと推察され、更に骨材の内部と外部とでは異なる水和物が生成している可能性が示唆された。

参考文献：

- 1) 盛岡実ほか：セメント混和材及びそれを用いたセメント組成物、特開 2005-104828 号公報 (2005)
- 2) 盛岡実ほか： $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ の塩化物イオンの拡散抑制効果とその機構、土木学会 コンクリート技術シリーズ No. 89、混和材料を使用したコンクリートの物性変化と性能評価研究小委員会 (333 委員会) 報告書、No. 2、pp. 443-448 (2010)
- 3) 田原和人ほか： $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ を混和したセメント硬化体の塩化物イオン固定化挙動、セメント・コンクリート論文集、No. 64、pp. 428-434 (2010)
- 4) 田原和人ほか： $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ を混和した種類の異なるセメント硬化体の水和挙動及び塩化物イオ

- ン固定化能力、セメント・コンクリート論文集、No. 65、pp. 427-434 (2011)
- 5) 新宮康之ほか：コンクリート中の骨材界面組織が物質透過性に与える影響、土木学会年次学術講演概要集、5部、Vol. 49、p. 468-469 (1994)
 - 6) 加藤佳孝、魚本健人：構成材料の空間的特性を考慮したコンクリートの有効拡散係数の予測モデル、コンクリート工学論文集、Vo. 16、No. 1、pp. 11-21 (2005)
 - 7) KATO Y., UOMOTO T. : Modeling of Effective Diffusion Coefficient of Substances in Concrete Considering Spatial Properties of Composite Materials, J. Adv. Concr. Technol., Vol. 3, No. 2, pp. 241-251 (2005)
 - 8) 伊藤慎也ほか：CaO・Al₂O₃ 骨材の塩化物イオン浸透抑制効果とその機構、コンクリート工学年次論文集、pp. 939-944 (2016)
 - 9) 伊藤慎也ほか：カルシウムアルミネート系骨材による遷移帯の改質効果、材料、第65巻、第11号、pp. 787-792 (2016)
 - 10) 伊藤孝文ほか：CA系材料を用いたコンクリートの塩分浸透抵抗性の検討、第70回セメント技術大会講演要旨、pp. 250-251 (2016)

SUBSTANCE PENETRATION PROPERTY OF THE CONCRETE USING WITH CaO · Al₂O₃ AGGREGATE

Shinya ITO^{*1}, Minoru MORIOKA^{*1}, Yukari NAKANISHI^{*2} and Takeshi IYODA^{*3}

*1 DENKA CO. LTD., Omi Plant, Cement & Special Cement Additives Research Dept. (2209, Omi, Itoigawa-shi, Niigata 949-0393, Japan)

*2 SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, Graduate School of Engineering and Science, Division of Architecture and Civil Engineering (3-7-5, Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-8548, Japan)

*3 SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, Dept. of Civil Engineering (3-7-5, Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-8548, Japan)

ABSTRACT : The aggregate composed primarily of CaO, Al₂O₃ (CaO · Al₂O₃ aggregate) generates hydroculmite by hydrating with calcium hydroxide which is a cement hydrate, and reacting and generate Friedel salt when a chloride ion acts. When the calcium aluminate is used for concrete as aggregate, a hydration was occurred at the aggregate surface. As a result, the possibility that a transition zone of concrete was modified by using the CaO · Al₂O₃ aggregate was suggested. In this research, physical properties and substance penetration property of the concrete which using with calcium aluminate aggregate were examined. Regarding the strength development property, it was confirmed that the concrete using with CaO · Al₂O₃ aggregate showed higher compressive strength compare with the concrete using with natural aggregate but there was not confirmed interrelation between compressive strength and absorption property of concrete. This was considered to be caused by generation of Hydroculmite and Friedel's salt which were generated by the reaction of CaO · Al₂O₃ aggregate. By the result of SEM-EDS, an aggregate interface became the dense with the concrete using the CaO · Al₂O₃ aggregate in comparison with concrete using the natural aggregate, and it was confirmed that a different hydrate was generated inside and outside the outer layer of the CaO · Al₂O₃ aggregate.

KEY WORDS : CaO · Al₂O₃ aggregate, Transition zone, Chloride ion, Friedel's salt