

中性子ラジオグラフィを用いた
高温加熱を受ける
セメント硬化体の水分挙動の観測

東京理科大学 中野 昌宏

背景・目的

- 高強度コンクリート
 - 一般的なコンクリートより強度が高く、組織が緻密
 - 高層建築物の増加に伴い需要が増加
 - 火災時に発生する爆裂現象が懸念される
- 高強度コンクリートの爆裂
 - 高温加熱により、コンクリート表面が飛散・剥離する現象
 - 内部鉄筋までのかぶり厚さの減少により、構造耐力低下につながる可能性がある
 - 詳細な発生メカニズムは解明されていない

従来法と中性子ラジオグラフィの比較

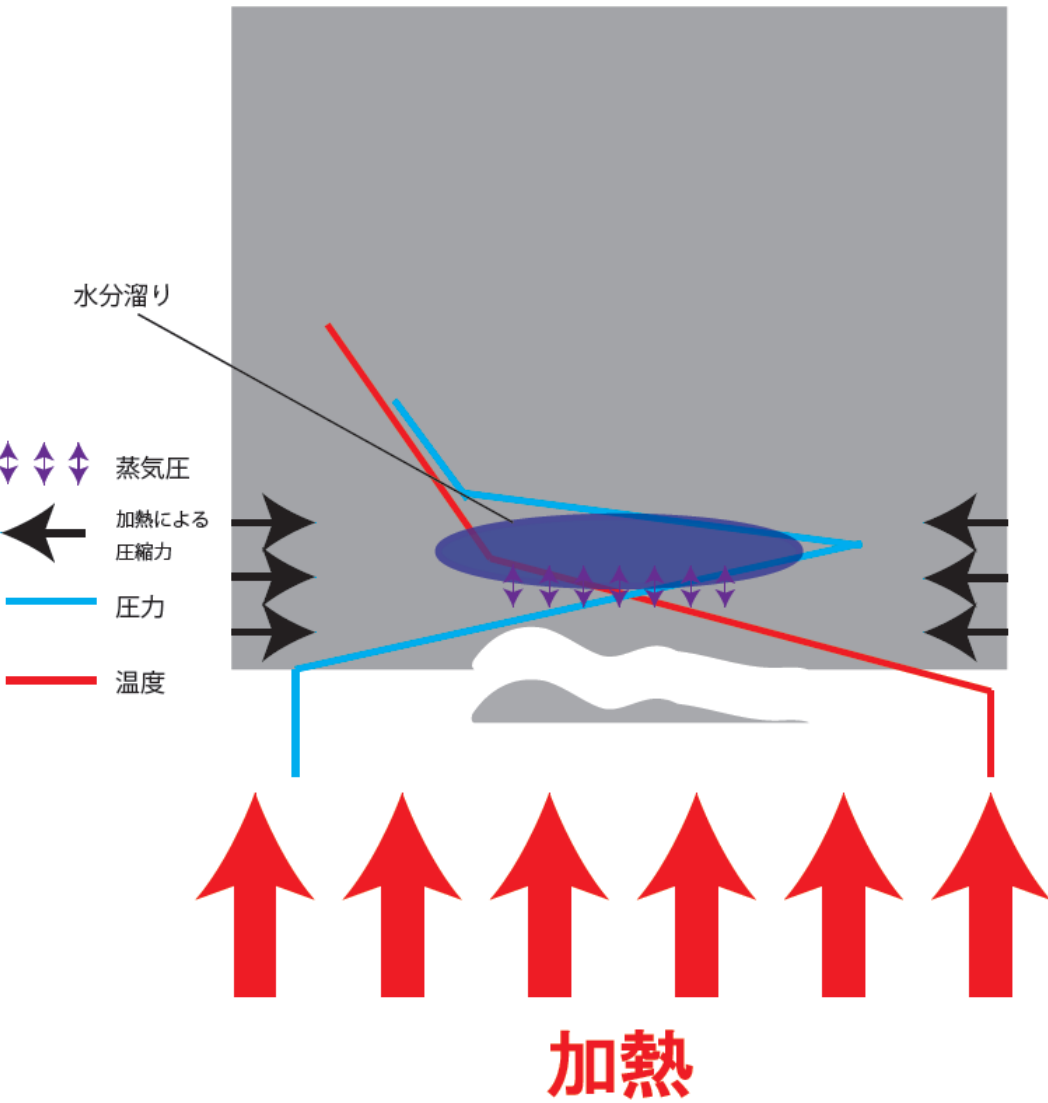
従来法(センサー埋設等)

- メリット
 - 試験体の制限が少ない
- デメリット
 - センサー埋設による温度, 圧力等の制限
 - 局所的な挙動が観測しにくい
 - 温度依存性の補正が困難

中性子ラジオグラフィ

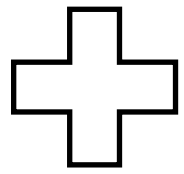
- メリット
 - 非破壊
 - 空間分解能が高い
 - 温度依存性が少ない
- デメリット
 - 試験体サイズの制限
 - 安全性の確保

高強度コンクリートの爆裂



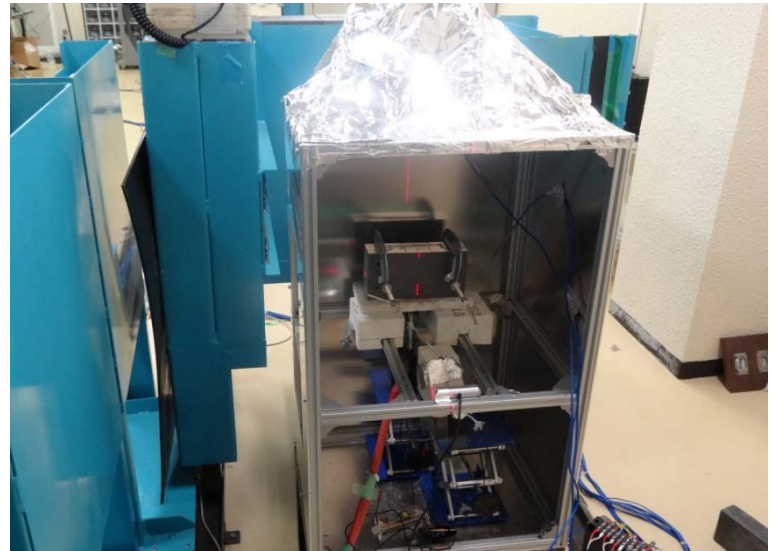
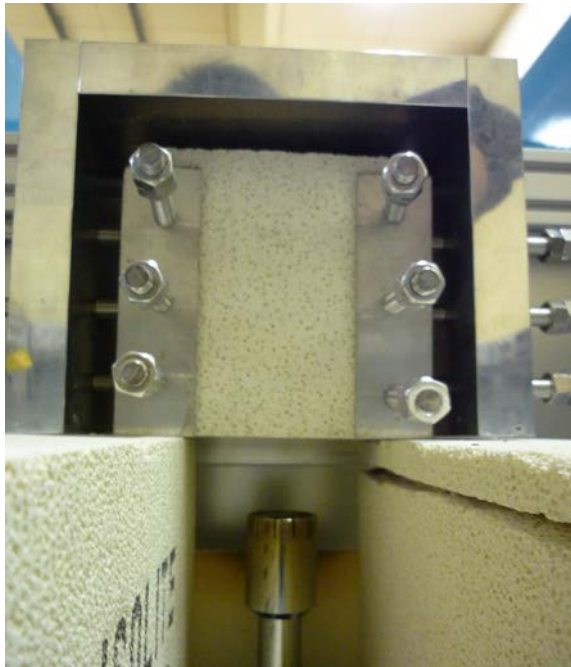
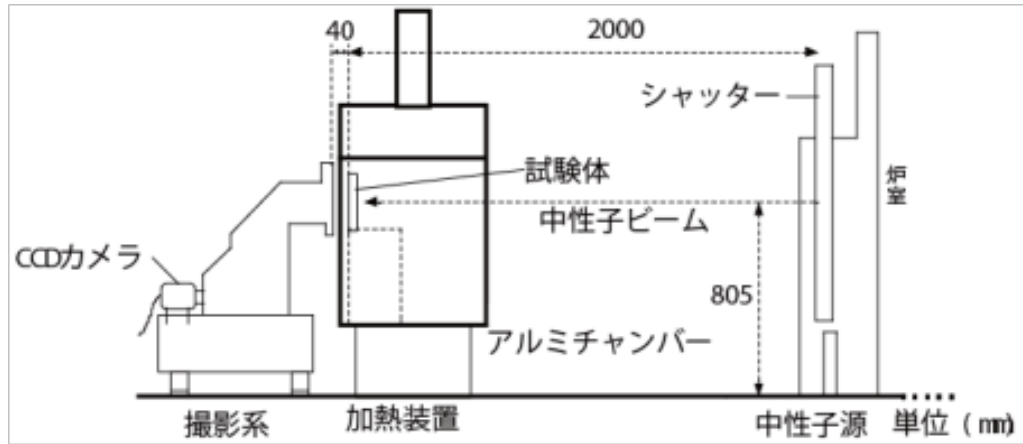
爆裂発生の原因

- 熱応力
- 水蒸気圧
- 熱応力と水蒸気圧の複合応力

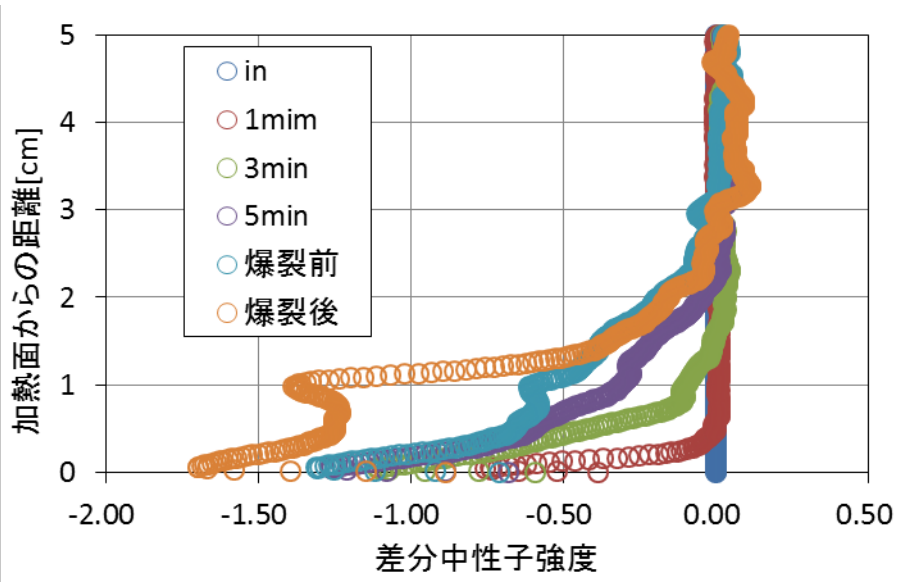
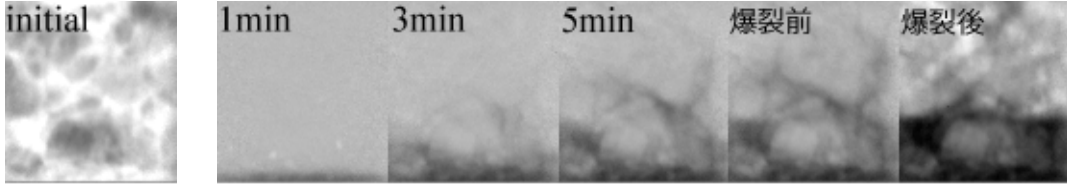


- 加熱による水和物の脱水の影響

試験概要



昨年度までの成果(2011)



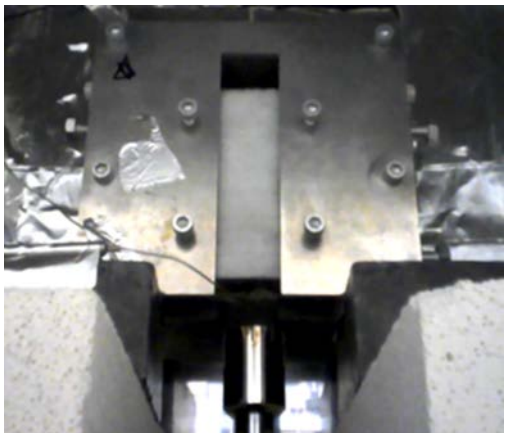
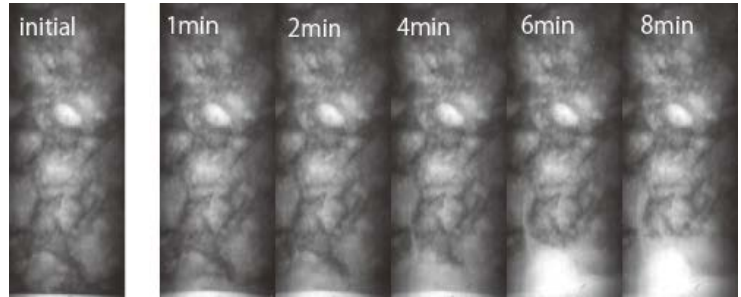
水準	試験数	爆裂発生
気中	8	7
絶乾	2	0
飽水	2	0
PP混入繊維気中	2	0
PPなし気中	1	1

- 火炎を用いた加熱試験により、爆裂発生時の水分挙動を観測できた。
- 加熱時にコンクリート内部に水分だまりが発生するのを観測した。
- PP繊維混入による爆裂抑制効果を確認した。

昨年度までの成果(2012)

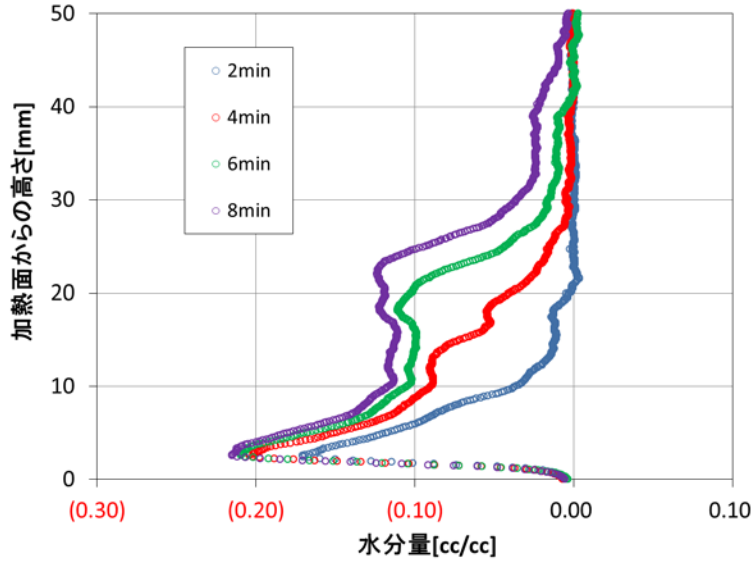
	W/B (%)	W (kg)	質量(kg/m ³)				混和剤 (%)	減泡剤 (%)	空気量 (%)	条件
			B (kg)	混和材置換率 (%)	S (kg)	G (kg)				
A	18	160	888.9	10	425	1060.2	2.7	0.7	2	
B	18	160	888.9	10	425	1060.2	2.7	0.7	2	早強セメント使用
C	18	160	888.9	0	425	1060.2	5	0.7	2	シリカフュームなし
D	18	160	888.9	10	425	1060.2	2.7	0.7	2	石灰石使用
E	18	160	888.9	10	425	1060.2	2.7	0.7	2	フライアッシュ使用

粗骨材は青梅産硬質砂岩、細骨材は佐野産砕砂を用いた
また、調合Dの細骨材は奥多摩産石灰石細砂を用いた



調合	試験体個数	爆裂発生数
水セメント比18%	5	1
早強セメント	4	4
シリカなし	3	0
石灰石	1	0
フライアッシュ	4	1

水準	試験体個数	爆裂発生数
気中	15	6
飽水	1	0
絶乾	1	0



- コンクリート中の材料の違いによる爆裂発生の有無を検証 ⇒ 強い傾向が見られず

課題

- 水和物の脱水による影響を知る必要がある
- 水分、熱などの拘束条件
- 火炎の安定性

2013年度実験概要

W/B	単位水量	質量		空気量
		セメント	細骨材	
[%]	[kg]	[kg]		[%]
20	160.00	800.00	388.35	2
35	160.00	457.14	221.92	2
55	160.00	290.91	141.22	2

モルタル試験体

⇒粗骨材がないため、内部が均一とみなせる

養生条件

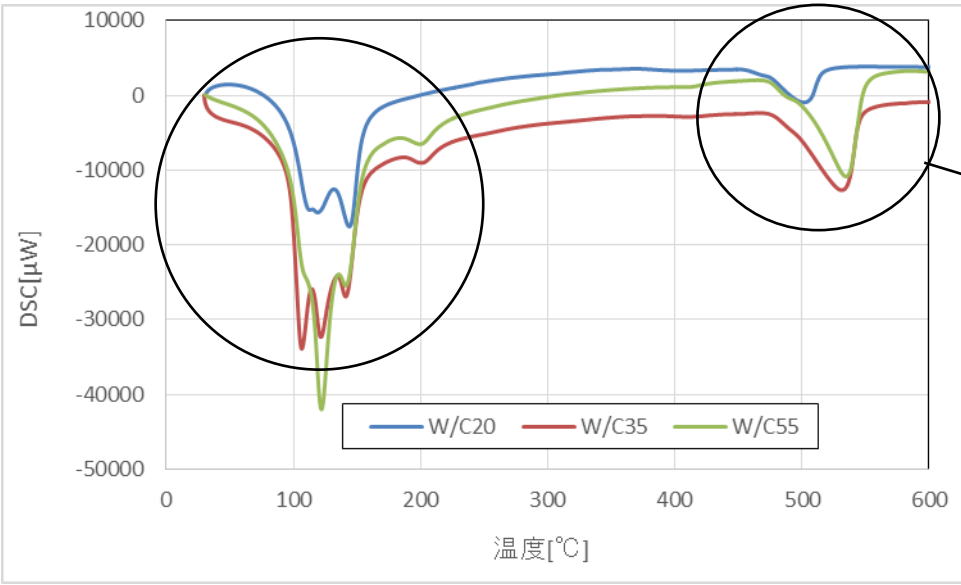
絶乾: 1週間真空脱気したもの

気乾: 20°C60%RH環境下で1週間静置したもの

飽和: 養生開け直後の重量に達するまで吸水させたもの

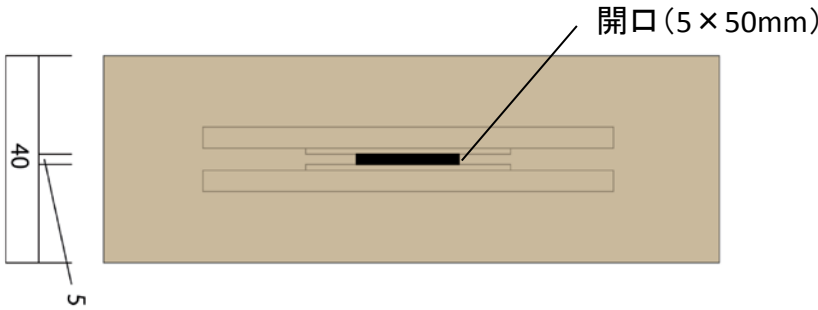
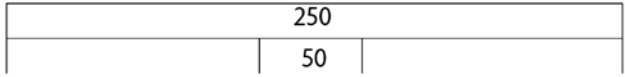
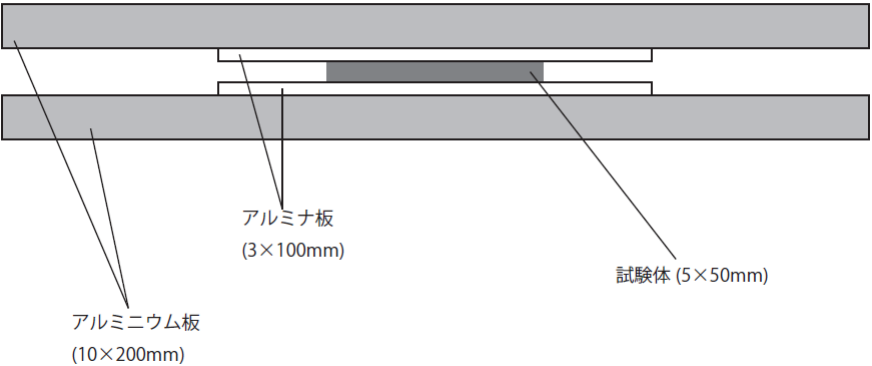
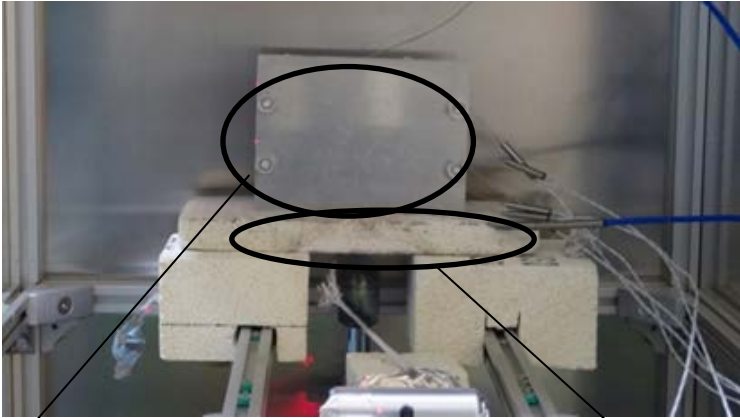
CSHゲル

Ca(OH)₂

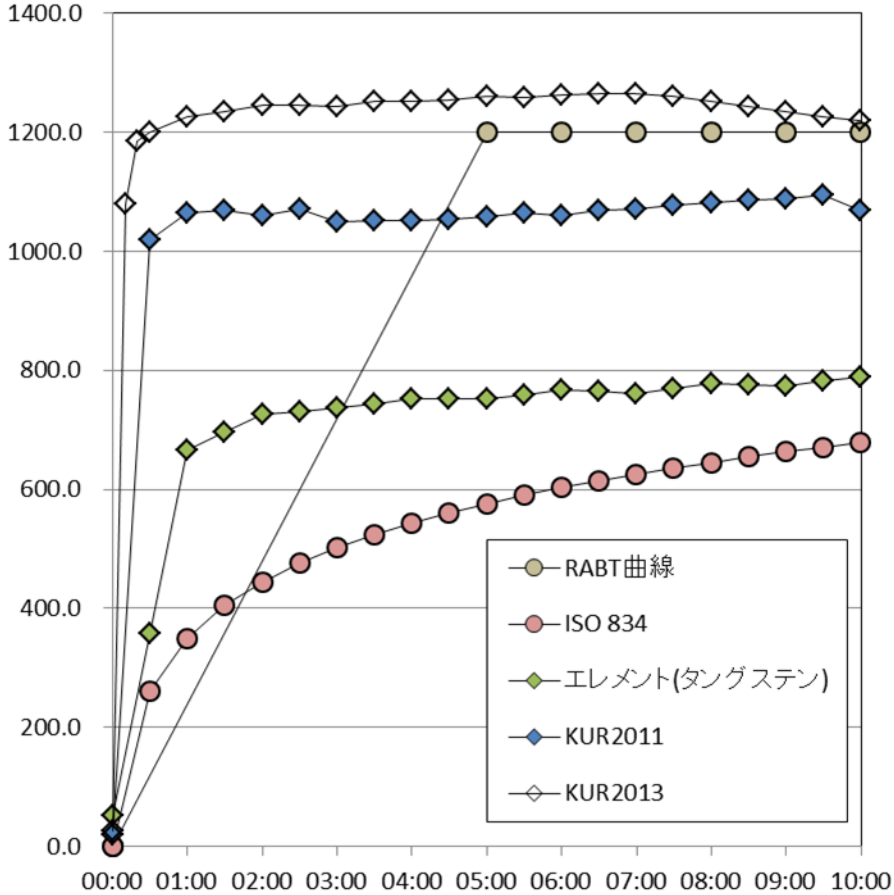


1gあたりのCa(OH)₂量
 W/C20⇒0.056155359[g]
 W/C35⇒0.107867737[g]
 W/C55⇒0.129537237[g]

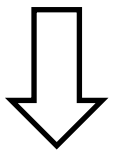
2013年度実験概要



2013年度実験概要



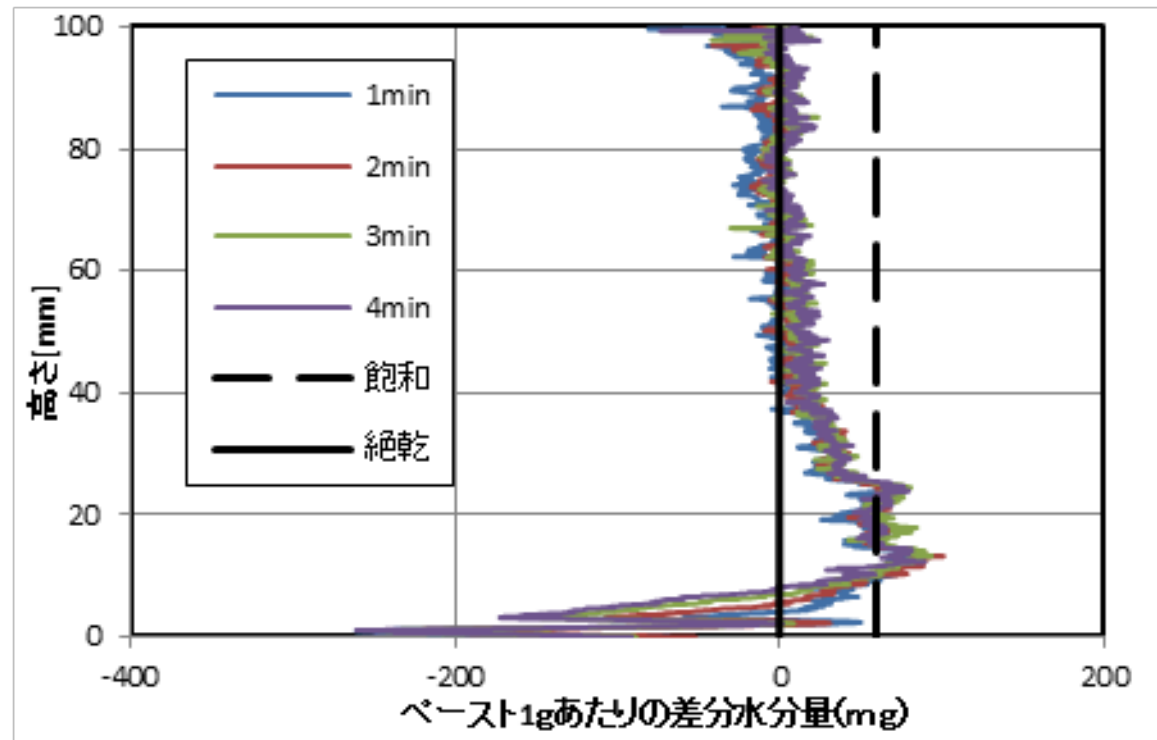
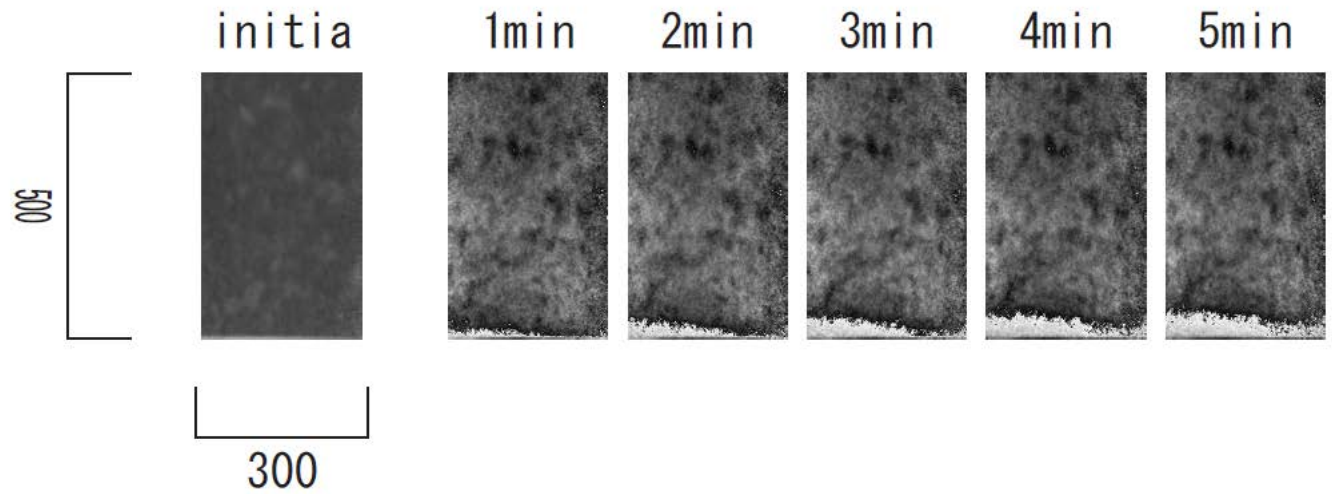
マスフローによるガス流量制御



火炎が安定
温度の最大値が上昇
試験ごとのバラつきを解消

実験結果

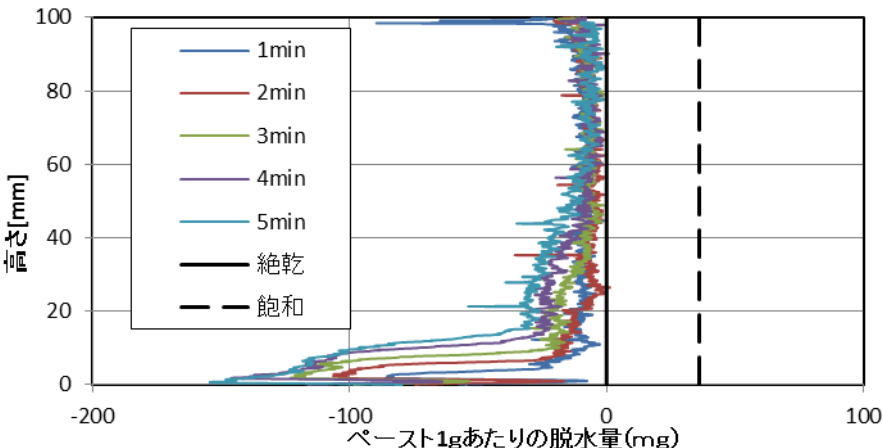
W/C20 絶乾



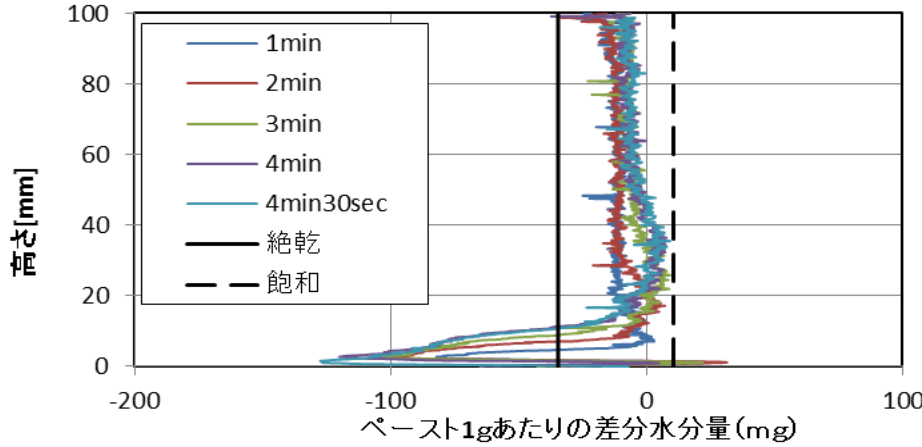
実験結果

養生条件の比較 (W/C35)

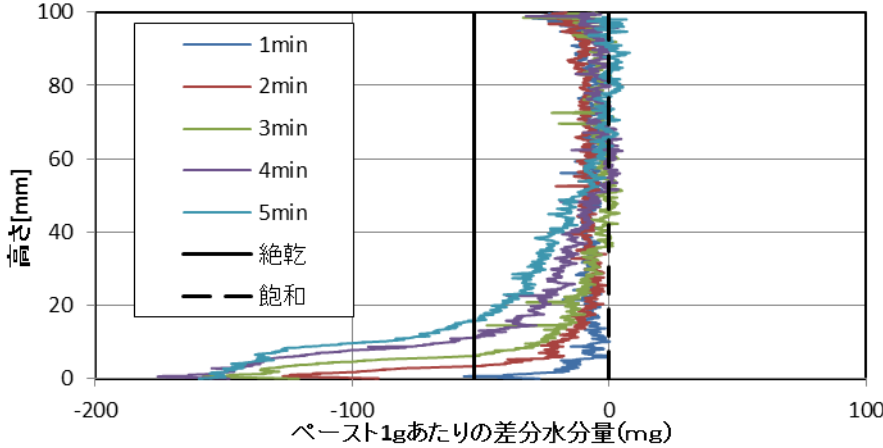
絶乾



気乾



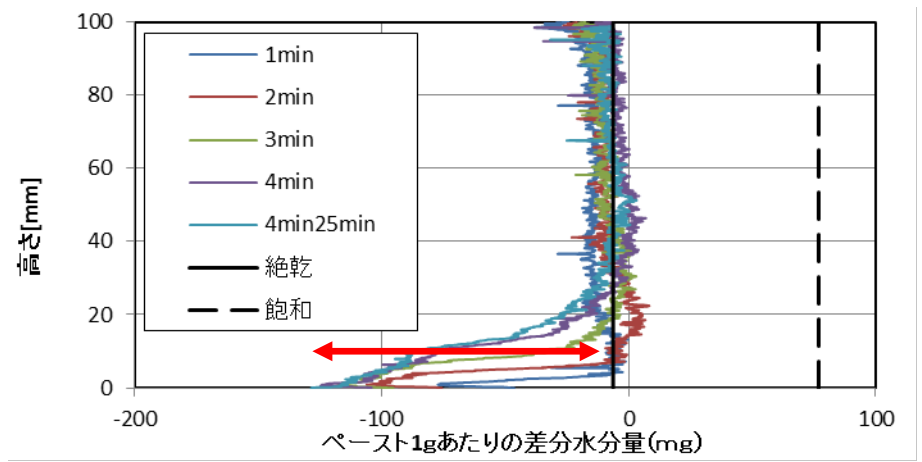
飽和



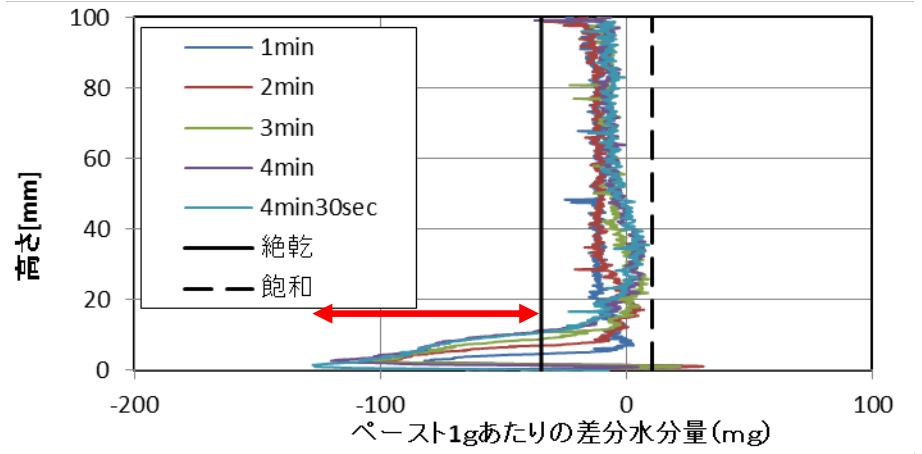
実験結果

W/C毎の比較(気乾)

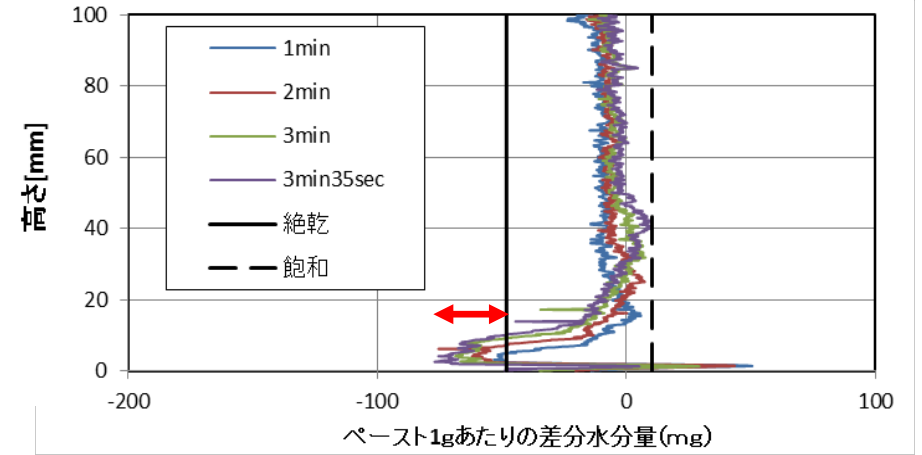
W/C55



W/C35



W/C20



まとめ

モルタル試験体の加熱条件下での水分挙動を観測した

- 加熱とともに水和物が脱水し、水分量が減少する様子が観測できた。
- W/Cが小さく、含水量の少ない試験体で、水分だまりが観測された。
- W/Cが大きい試験体では、水分だまりが観測されなかった。

本研究の一部は、本研究はJSPS科研費 若手研究(A)24686064(2012年度～)の助成を受けたものです。

ご清聴ありがとうございました