

プロジェクト1

経年に伴うコンクリートの劣化機構の解明

湯浅 昇 (建築工学科)

1. 研究目的

本研究は、第一に、経年に伴うコンクリートの劣化（中性化、塩害、凍害、アルカリ骨材反応）機構について、表面から内部にわたる物理的・化学的品質変化を考慮して解明する。次に、解明された劣化機構に基づいて、材料、調合、養生の指針を提案するための実験研究を行う。第三に、実構造物のコンクリートの耐久性（寿命予測）を竣工時および必要に応じた任意の時期に評価する方法を確立させることを目的としている。

2. 平成 15 年度研究計画

平成 15 年度における研究項目及びその概要は、次に示す通りであった。

(1) 構造体からの試料の採取及び処理方法の確立（どこから代表的な試料を採取するか。コンクリートの3次元的な不均質性の把握。また採取作業、試料作成マニュアルの作成）

(2) 細孔構造測定方法の確立（試料中の骨材の扱い「有効細孔量」の概念化の確立。試料中の骨材量の測定方法のマニュアルの作成）

(3) 評価方法の確立（細孔構造と耐久性との関係付け確立。細孔構造から実際に行われたコンクリートの仕様（材料、調合、養生）の推定。他の非及び微破壊試験の併用による総合評価法の確立。耐久性シミュレーションに供する指標の提示及びシミュレーションの適性判断。プログラミング）

(4) 耐久性評価支援プログラムの検討（提示方法。プログラミング。第3者評価）

3. 平成 15 年度実績報告

(1) 構造体からの試料の採取及び処理方法の確立

どこから代表的な試料を採取するかについて、歴史的建造物である昭和 5 年竣工の同潤会大塚女子アパートメントの解体に際し、調査を行った。

採取高さとして細孔構造から評価する品質の関係を検討した結果、図-1 に示すように、表層部は不安定であるものの壁の中心部では、100～150cm の位置で採取したコンクリートは、ほぼ同じ品質であり、壁を代表する高さとして適切であると判断できた。この判断は、これまでの調査の結果とも合致することから、コンクリートの品質を調査するための試料の採取は 120±10cm の位置から採取することを原則とすることとした。

(2) 細孔構造測定方法の確立

細孔構造の測定には、高額な水銀圧入装置が必要である。しかしながら、コンクリートの品質を細孔構造から検討すると、多くの場合、総細孔量と強い相関がみられ、他の細孔構造の指標は総細孔量の従属の関係で相関があるにすぎないことが多い。そこで、総細孔量のみを測定する簡便な方法として、吸水量を測定することとし、同一試料で連続して行う「試料中の骨材量の測定」により、「有効細孔量に基づく硬化コンクリートの水セメント比、圧縮強度推定方法」を完成させた（表1、図-2～図-6）。提案した実験式(1)、(2)は、材齢の影響を無視できないことから、材齢の関数となっている

(3) 評価方法の確立

当研究室が開発提案した構造物のヘルスマニタリング試験方法を普及させるため、(社)日本非破壊検査協会シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査への期待」に、「小径コアによるコンクリートの圧縮強度試験方法の提案」、「引っかけ傷によるコンクリートの圧縮強度試験方法の提案」、「コアを用いたコンクリートの単位水量試験方法の提案」、「硬化コンクリートの水セメント比推定方法の提案(水銀圧入法による方法)」、「ドリル削孔を用いた構造体コンクリートの簡易透気試験方法」の5論文を発表した。日本建築学会コンクリート試験法小委員会委員、更に、日本建築学会鉄筋コンクリート造

建築物耐久設計小委員会委員でもあったことから、委員会にこれまで構築してきた試験方法を紹介し、2003年に開催された「コンクリートの試験方法に関するシンポジウム報告集」に当研究室が開発した試験方法を一挙に掲載し、2004年3月刊行となった日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物耐久設計施工指針

(案)・同解説」の「7.5.7 構造体コンクリートの検査」pp. 195-196で推奨する試験方法として、7種類の試験方法を掲載した。

(4) 耐久性評価支援プログラムの検討

耐久性評価支援システムの構築をはじめたが、未だ上記(1)、(2)、(3)が確定していないため、まとまった部分はない。

4. 発表論文

(1) コンクリートの物性に関する発表論文等

1) 青木孝義、込山貴仁、谷川恭雄、湯浅昇、ヴィコフォルテ教会堂の劣化現況に関する非破壊試験、日本コンクリート工学協会、コンクリート工学年次論文報告集、第25巻、第1号、pp.1613-1618、平成15年7月

2) 篠崎幸代、松井勇、永井香織、湯浅昇：レーザー照射による落書き除去方法に関する研究その6 YAGレーザーを用いた場合、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)、A-1分冊、pp.59-60、2003年9月

3) 松井勇、篠崎幸代、永井香織、湯浅昇：レーザー照射による落書き除去方法に関する研究その7 半導体レーザーを用いた場合、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)、A-1分冊、pp.61-62、2003年3月

4) 白石倫巳、湯浅昇、月永洋一、野々目洋：透水型

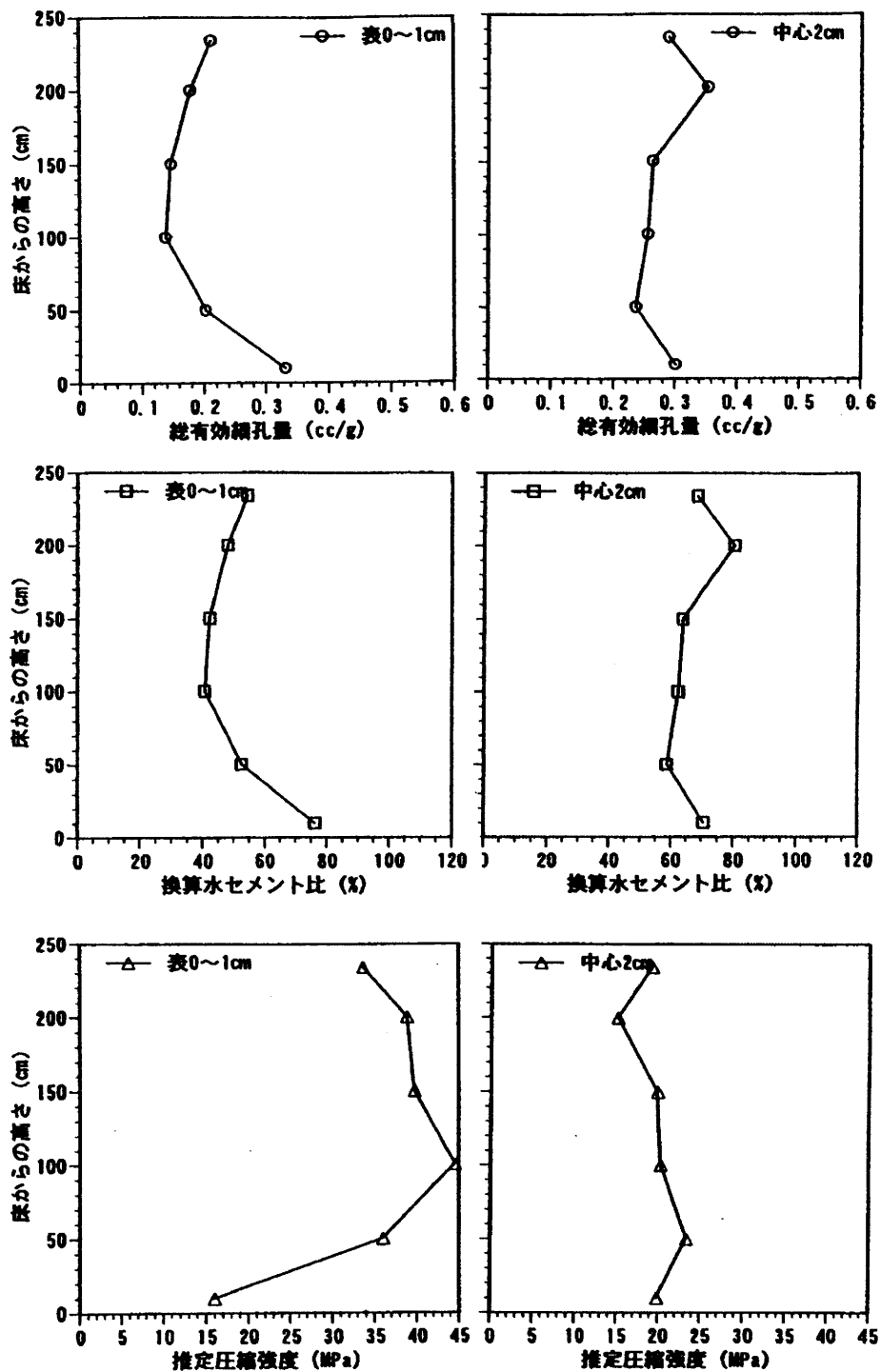


図-1 同潤会大塚女子アパートの最上階におけるコンクリートの品質

枠による表層コンクリートの品質改善、日本大学生産工学部第36回学術講演会(建築部会)、pp.57-60、2003年12月

5) 雪松大作、松井勇、篠崎幸代、湯浅昇：屋外暴露した各種外装材料の洗浄性と洗浄後の再暴露によるよごれ方、日本大学生産工学部第36回学術講演会(建築部会)、pp.65-68、2003年12月

6) 篠崎幸代、松井勇、永井香織、湯浅昇：レーザー照

表-1 総有効吸水量と水セメント比及び圧縮強度の自然対数

図表番号	材齢3日		材齢7日		材齢14日		材齢28日	
	近似式	相関係数	近似式	相関係数	近似式	相関係数	近似式	相関係数
図-1	$f(x)=143.5x-6.4$	0.965	$f(x)=209.0x-8.3$	0.979	$f(x)=244.6x-12.8$	0.993	$f(x)=303.7x-5.4$	0.988
図-2	$\sigma=176 \times \exp(-5.04 \times V)$	-0.940	$\sigma=158 \times \exp(-5.74 \times V)$	-1.000	$\sigma=148 \times \exp(-5.47 \times V)$	-0.978	$\sigma=140 \times \exp(-6.76 \times V)$	-0.989

* σ : 圧縮強度 (Mpa)、V: 総有効吸水量 (g)

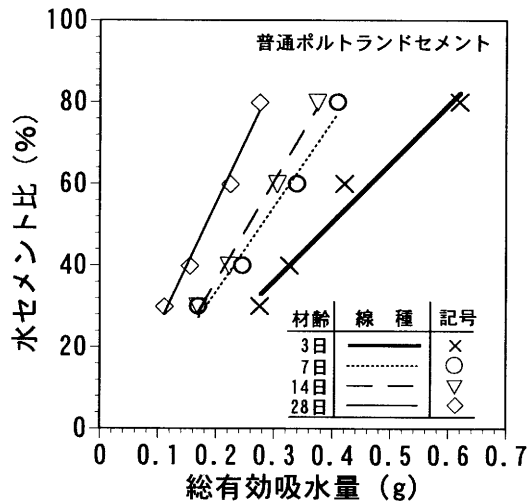


図-2 総有効吸水量と水セメント比の関係

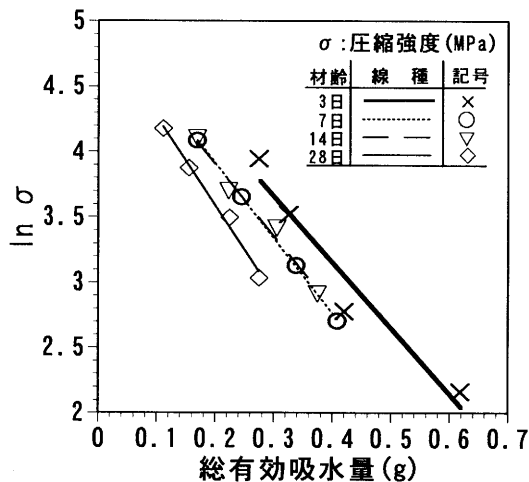


図-4 総有効吸水量と圧縮強度の自然対数

射による落書き除去方法に関する研究

— その10 コンクリートの水セメント比の影響

— 日本大学生産工学部第36回学術講演会(建築部会)、pp.69-72、2003年12月

7) 白石倫巳、湯浅昇、逸見義男、笠井芳夫、松井勇、岩井孝次、平尾暁子：ウレタン系塗材のコンクリートへの接着、日本建築学会関東支部、第74回日本建築学会関東支部研究報告集I、pp.17-20、2004年3月

8) 篠崎幸代、松井勇、永井香織、湯浅昇：レーザー照射による落書き除去方法に関する研究 その11 Q-Switch YAG レーザによる打放しコンクリートの落書き除去方法の提案、日本建築学会関東支部、第74

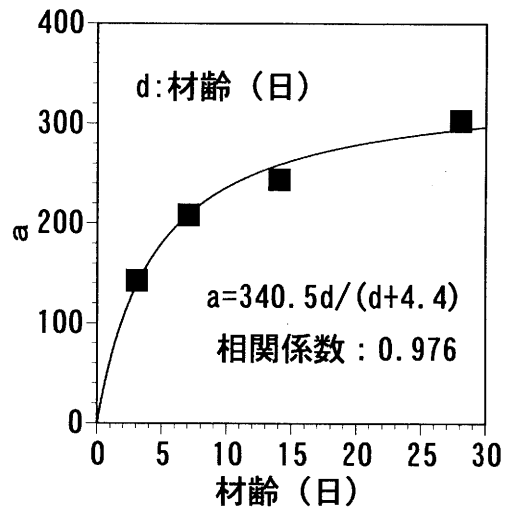


図-3 材齢と近似式の傾き

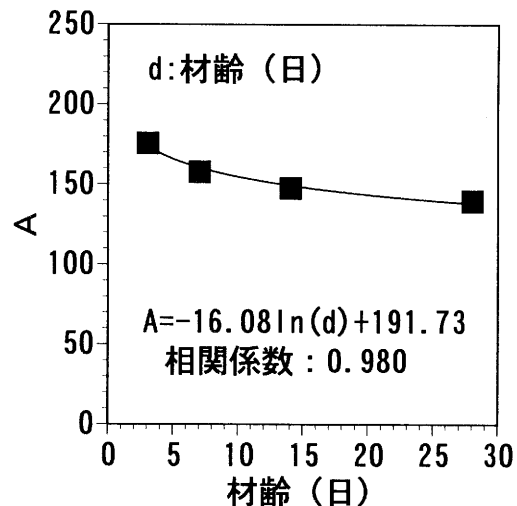


図-5 材齢とAの関係

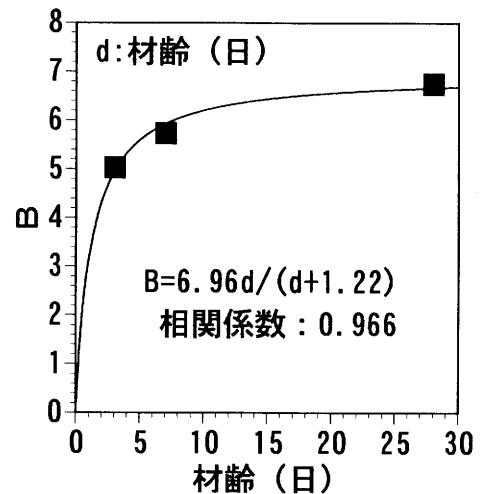


図-6 材齢とBの関係

$$W/C = \frac{340.5d}{d+4.4} V - 8.2 \quad (1)$$

ここにW/C：水セメント比(%)
d：材齢(日)
V：有効吸水量(g/g)

$$\sigma = (-16.08 \ln(d) + 191.73) \times \exp\left(-\frac{6.96Vd}{d+1.22}\right) \quad (2)$$

ここにσ：圧縮強度(MPa)
d：材齢(日)
V：有効吸水量(g/g)

回日本建築学会関東支部研究報告集 I、pp. 41-44、
2004年3月

ウム報告集、pp. 2-67-2-70、2003年11月

9) 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、白石倫巳：温度上昇に伴いコンクリート中に発生する圧力とその逸散、(社)セメント協会、第58回セメント技術大会講演要旨、2004年5月発表予定

(2) 試験方法の確立に関連する発表論文等

1) 小野英哲、横山裕、永橋進、梶浦茂男、横井健、湯浅昇、端直人、小俣一夫、コンクリート床下地表層部の諸品質の簡易測定、評価方法の提案、日本建築学会技術報告集、第18号、pp.11-16、2003年12月

湯浅昇、笠井芳夫、松井勇：小径コアによるコンクリートの圧縮強度試験方法の提案、日本非破壊検査協会、シンポジウム「コンクリート建造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.75-82、2003年8月

2) 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、篠崎幸代：引っかけ傷によるコンクリートの圧縮強度試験方法の提案、日本非破壊検査協会、シンポジウム「コンクリート建造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.115-122、2003年8月

3) 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇：コアを用いたコンクリートの単位水量試験方法の提案、日本非破壊検査協会、シンポジウム「コンクリート建造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.309-318、2003年8月

4) 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、篠崎幸代：硬化コンクリートの水セメント比推定方法の提案(水銀

圧入法による方法)、日本非破壊検査協会、シンポジウム「コンクリート建造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.355-342、2003年8月

5) 笠井芳夫、湯浅昇、松井勇、野中英：ドリル削孔を用いた構造体コンクリートの簡易透気試験方法、日本非破壊検査協会、シンポジウム「コンクリート建造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.355-360、2003年8月

6) 込山貴仁、青木孝義、湯浅昇、畑中重光、濱崎仁、谷川恭雄：ヴィコフォルテ教会堂を中心とする歴史的建築物の劣化現況調査と保存修復方法の提案その3.材料強度の推定法に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)、A-1分冊、pp.153-154、2003年9月

7) 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇：既に提案した硬化コンクリートを用いた単位水量試験方法の適用、日本大学生産工学部第36回学術講演会(建築部会)、pp.53-56、2003年12月

8) 湯浅昇：細孔量に基づく硬化コンクリートの水セメント比推定方法、第36回日本大学生産工学部学術講演会オーガナイズドセッションー第6回日本大学生産工学部ハイテク・リサーチセンター研究発表講演会一、pp.27-30、2003年12月

9) 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、篠崎幸代：細孔構造によるコンクリートの品質評価システム、日本建築学会、コンクリートの試験方法に関するシンポジウム報告集、pp.2-67-2-70、2003年11月

10) 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、吉野進也：有効吸水量に基づく硬化コンクリートの水セメント比、圧縮強度推定方法、(社)セメント協会、第58回セメント技術大会講演要旨、2004年5月発表予定