

ピアノ線によるコンクリート打放し表面の気泡低減効果

岡 大輔*, 小野 博宣**

Reductive Effect of Surface Air Cellulars on Concrete Members by Piano Wire

Daisuke OKA*, Hironobu ONO**

(Received August 31, 2006)

Finishing face of RC members is very important in order not only to maintain durability and watertightness, but also to make the appearance of a concrete building beautiful.

In this paper, reduction effects of surface cellular boids on fair-faced concrete member by using piano wire are discussed.

This experimental program tries to clarify the principal mechanism of decreasing action on cement mortar specimens which piano wire taking away air cell of boudary plane between fresh mortar and formwork.

From the test results, it is found that the best condition of the reduction effect of surface air cell by piano wire for cement mortar specimens, are as follows: 1) diameter of piano wire: $\phi 5.8\text{mm}$, 2) insert distance from formwork: 0mm, 3) pull out times: 10 minutes and 4) intervals of insert: 10mm.

Keywords: cement mortar, fair-faced concrete, surface cellular boids, piano wire

1. はじめに

コンクリート表面仕上げは、建物の外観を美しく仕上げる意匠の効果のみならず、RC 構造物の耐久性、水密性等の基本的な性能を確保するうえで重要である。特に、コンクリート面が直接大気露出する打放しコンクリートはその表面の仕上げの良否が構造物の性能に直接的に影響を与えることになる。

コンクリート打設時に表面に発生する気泡が建築物の仕上げの美観をそこねたり、かぶり厚さの減少による耐久性の低下などをまねく。そのため仕上げ表面の補修作業を行うが、それは生産コストの増大に結びつく結果となる。

コンクリート打設表面の仕上げ技術は建設後の建設物の汚れや劣化問題とも深く関わり、仕上げに関する研究は実に多岐にわたり、その取り扱われる内容も設計から施工管理まで範囲が広い。

2. 研究目的

本研究では、打ち放しコンクリートの仕上げ面の気泡孔について、現場で使用されている気泡低減器具であるピアノ線を用いてコンクリート表面を改質する原理機構を明らかにするものである。ピアノ線の太さ、挿入間隔、挿入時間を変化させた場合の打設面の表面気泡分布変化を、モルタル供試体を作成し打設時の表面気泡低減効果について実験を行い考察した。

3. 実験概要

3.1 使用材料

本試験では普通ポルトランドセメント、細骨材に木曽川産川砂、混和剤に高性能 A E 減水剤、剥離剤は油性のものを使用した。

使用するピアノ線は長さ 300mm とし、太さ $\phi 2.8$ および $\phi 5.8$ の 2 種類を使用した。使用型枠は、高さ 200mm × 横 200mm × 幅 50mm の木製型枠（塗装あり）とする。

表 1 に使用材料、写真 1 にピアノ線、写真 2 に使用型枠を示す。

* 建設工学専攻 大学院生 (Graduate Student, Constructional Engineering)
** 建築学科 (Department of Architecture)

3.2 モルタル調合

モルタルの調合は水セメント比 50%と固定をし、目標モルタルフロー値を 250mm, 200mm, 150mm の 3 水準とするため細骨材量を変化させたものである。調合表を表 2 に示す。

3.3 打設・成型

モルタルを型枠に 2 層に分け各々 15 回棒突き打ち込みを行った。打ち込み完了から 10 分経過後、ピアノ線 1 本を型枠内のり面に縦垂直方向に小さく上下にゆすりながら差し込み、底面に達したら上下にゆすりながらゆっくりと引き抜く作業を、差し込み間隔幅ごとに型枠の両面について繰り返し行った。差し込み間隔幅はそれぞれ 10mm, 20mm, 30mm の 3 水準とし、さらに差し込み開始から引き上げ終了までの時間を 10 秒, 5 秒の 2 水準、型枠うちのり面からの距離を 0mm, 10mm の 2 水準、ピアノ線の太さ $\phi 2.8$, $\phi 5.8$ の 2 水準とし、計 24 水準とした。供試体は打設 1 日後に脱型し、その後 7 日間水中養生した。

表 1 使用材料

材料	種類
セメント	普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm^3)
細骨材	木曽川産(密度 2.59g/cm^3)
混和剤	ポリカルボン酸系高性能AE減水剤
剥離剤	D社製(E-20)油性塗布剤



写真1 ピアノ線 (上: $\phi 2.8$)
(下: $\phi 5.8$)



写真2 使用型枠

表 2 モルタル調合表

目標フロー値(mm)	W/C(%)	Air (%)	単位質量(kg/m^3)		
			C	W	S
250	50	6	589	296	1184
200			526	264	1318
150			504	253	1365

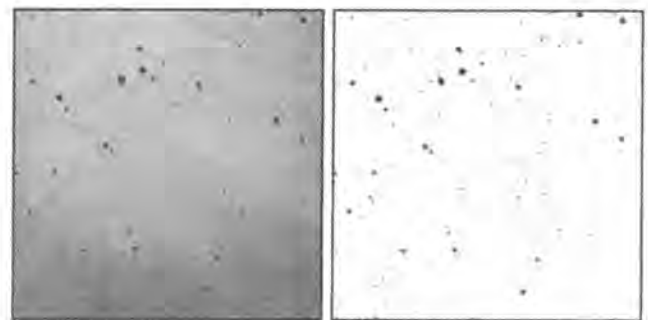
4. 供試体の評価方法

4.1 撮影方法

モルタル表面の気泡または空隙を評価する方法として、供試体を台の上に置き、ライトを設置しライト以外の光が入らないようにスチレンホーム製暗箱で供試体を覆いデジタルカメラで写真撮影を行う。供試体とデジタルカメラの距離は 300mm, デジタルカメラとライトの距離は 400mm, 供試体とライトの角度は約 30° とし撮影を行った。

4.2 解析方法

デジタルカメラにて撮影した画像をフォトショップにより供試体の表面の気泡孔（ピンホール）を $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ の範囲で画像解析を行う。画像解析により供試体表面にある気泡孔を黒色表示する事ができ、撮影面積に対する気泡空隙面積比を表す事ができる。出力された値を表面気泡分布率とし、供試体表面の評価方法とした。写真 3 に撮影画像の解析前と解析後を示す。



画像処理前

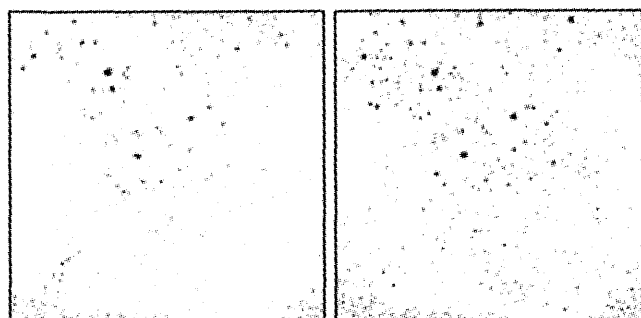
画像処理後

写真3 供試体表面の画像解析

5. 表面処理

供試体表層の気泡はセメントのろにより内面に隠れ、表面には直接現れない場合がある。供試体表面を $0.1\text{mm} \sim 0.2\text{mm}$ 磨くことで実際の気泡が表れる。供試体表層部の実際の気泡を把握するため、ウエス（布）により供試体の表面を磨く。ウエスの磨き前と磨き後の画像を写真 4 に示す。

供試体の磨き前と磨き後の表面気泡分布率の変化を図 1 に示す。ウエスによる磨き前の表面気泡分布率の平均は 0.53% 、ウエスによる磨き後の表面気泡分布率の平均は 1.18% となった。磨き後は磨き前に比べ表面気泡分布率が約 2 倍増加した。このことにより、セメントのろにより隠れている表面気泡が多いことがわかった。よって試験結果にはウエスによる磨き後の表面気泡分布率の値で比較検討を行った。



磨き前（見かけの気泡）

磨き後（実際の気泡）

写真4 表面磨き前後の気泡分布

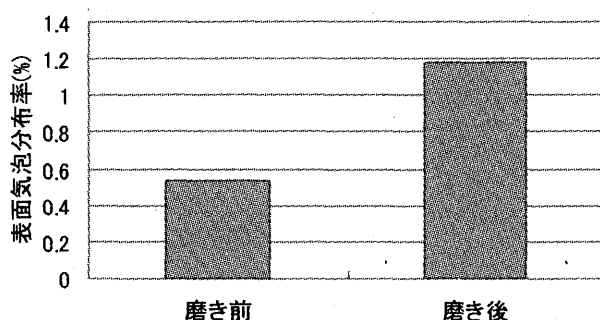


図1 供試体表面の磨き作業前後による表面気泡の変化

6. 試験結果と考察

6.1 ピアノ線による効果

図2にピアノ線の使用面、不使用面における表面気泡分布率の変化を示す。

ピアノ線使用による供試体6体、計12面の表面気泡分布率の平均は1.26%。ピアノ線不使用による供試体6体、計12面の表面気泡分布率の平均は1.68%となった。ピアノ線使用により表面気泡分布率は約30%低減される結果となった。ピアノ線の使用が表面気泡を低減させることが確認できた。

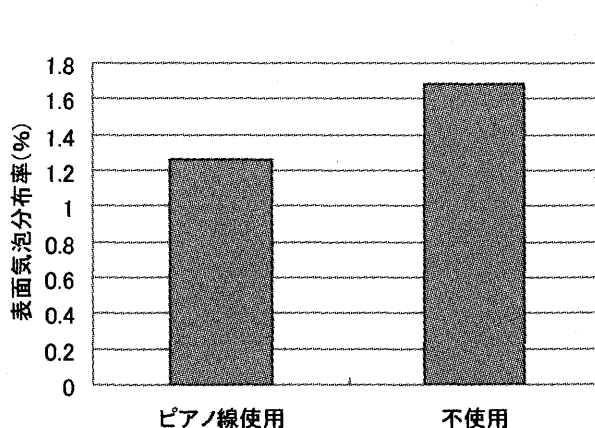


図2 ピアノ線による気泡低減効果

6.2 型枠内のり面からの距離変化による効果

ピアノ線の挿入位置を型枠内のり面から0mm, 10mmと距離を変化させた場合の結果を図3に示す。

型枠内のり面から10mm放すことで、ピアノ線の気泡低減効果はあまり得られず、ピアノ線不使用面の表面気泡分布率とほぼ同等の値を示す結果となった。モルタルフロー値250mmに関しては、ピアノ線を使用していない時よりも供試体表面の気泡分布率は増加した。型枠内のり面から0mmと、ピアノ線を型枠に接するように挿入することが供試体表面の気泡を低減させる効果増大のために必要なことである。

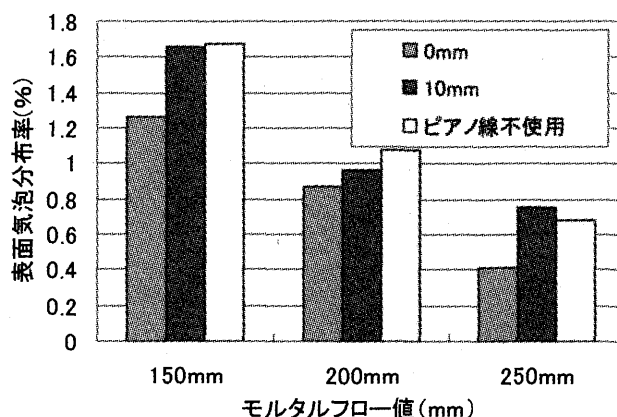


図3 表面気泡分布に及ぼすピアノ線の挿入位置効果

6.3 線材の太さによる効果

ピアノ線の太さを変化させた場合の表面気泡分布率の変化を図4に示す。

線材の太さによる差が生じた。φ5.8を使用した場合がより表面気泡が低減した。モルタルフロー値が250mmの場合、φ5.8は不使用の場合に比べ表面気泡分布率が約40%の低減させる効果を得た。線材が太い方がピアノ線を挿入した時に型枠とモルタル表面の間にできる空気の逃げ道がより確保できるためではないかと考えられる。

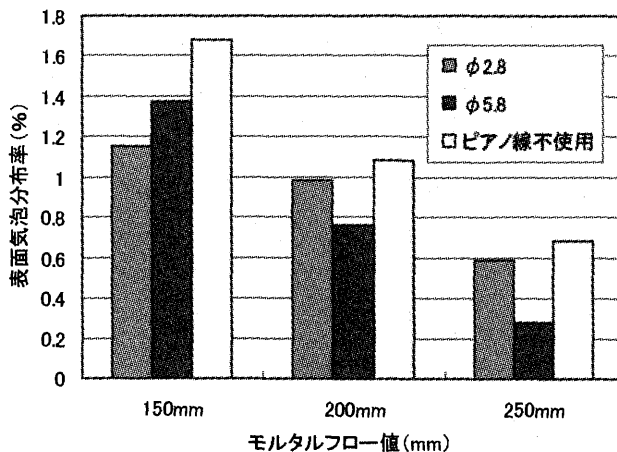


図4 表面気泡分布に及ぼす線材の太さによる影響

6.4 挿入間隔による効果

ピアノ線の挿入間隔を 10mm, 20mm, 30mm と変化した場合の表面気泡分布率の変化を図 5 に示す。

挿入間隔が最も小さな 10mm の場合が最も表面気泡が低減した。挿入間隔が狭いほどモルタルにピアノ線を差し込む回数が増えるのでより多くの気泡がピアノ線と共に上昇し消滅するからではないかと考える。

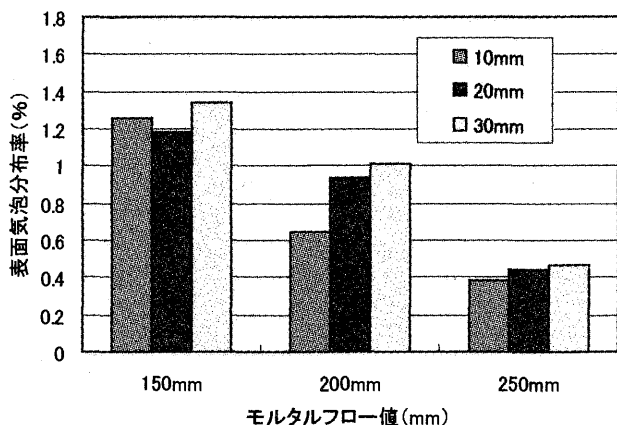


図 5 表面気泡分布に及ぼす挿入間隔による影響

6.5 挿入引き抜き時間による効果

ピアノ線の挿入引き抜き時間を 5 秒, 10 秒と変化した場合の表面気泡分布率の変化を図 6 に示す。

挿入引き抜き時間による違いでは 10 秒の場合が最も表面気泡が低減した。モルタルフロー値が 250mm の時、挿入引き抜き時間 0 秒のものに対し挿入引き抜き時間 10 秒の表面気泡分布率は約 40% 低減させることができ、作業時間を長く、ゆっくり引き抜くことでより多くの気泡を除去できると考えられる。

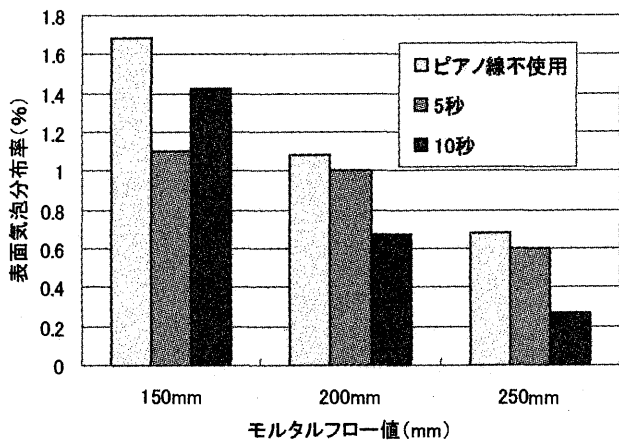


図 6 表面気泡分布に及ぼす挿入引き抜き時間による影響

7. まとめ

- 1) ピアノ線による表面気泡の低減効果を実験により確認できた。
- 2) ピアノ線挿入が型枠内のり面から離れると、硬化後コンクリート表面の気泡低減効果はあまり得られない。
- 3) ピアノ線の気泡低減効果が最も顕著に得られた条件は、挿入間隔 10mm, 挿入引き抜き時間 10 秒, 型枠内のり面からの距離 0mm, ピアノ線の太さ $\phi 5.8$ である。しかし以上の条件では、モルタルの流動性が小さい場合は気泡低減効果が少ない。ピアノ線を使用する場合は 200mm 以上の流動性の確保が必要である。

謝 辞

本研究は、中部大学総合工学研究所の支援を受けたものであり、記して謝意を表します。また、本研究の推進にあたり平成 17 年度小野研究室卒業研究生の梶川順平、金原成保、鈴木美恵各氏の助力を得た、記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 岡島達雄他：「コンクリート素地仕上げの視覚心理学評価」コンクリート工学論文集，Vol. 5, No. 2, PP99-106, 1994
- 2) 岡島達雄他：「コンクリート素地仕上げの距離による（見えの変化）」コンクリート工学論文集，Vol. 6, No. 1, PP99-106, 1995
- 3) 論文集「コンクリート表面の仕上げ技術」，JCI 中部支部表面仕上げ研究委員会編，1998
- 4) 小野博宣，田澤生匡他：「コンクリートの打設表面の仕上げとその評価方法」日本建築学会東海支部研究報告集，第 43 号 pp9~12, 2005
- 5) 小野博宣他：「コンクリートの打設表面仕上げとその評価方法」日本建築学会大会学術講演梗概集，pp683~684, 2005
- 6) 岡大輔，小野博宣他：「ピアノ線によるコンクリート打設表面の改善効果に関する研究」日本建築学会東海支部研究報告集，第 44 号 pp61~64, 2006
- 7) 岡大輔，小野博宣他：「ピアノ線によるコンクリート打放し表面の気泡低減効果」日本建築学会大会学術講演梗概集，pp1073~1074, 2006