

FLOOR CASTING BY SELF LEVELING METHOD FOR FLAT TO A HIGH ACCURACY

Hiroaki Kimura^{#A,C)}, Tomoya Kai^{B)}, Yusuke Maeda^{B)}, Sakuo Matsui^{A)}, Noriyoshi Azumi^{A)}

^{A)} XFEL/RIKEN 1-1-1 Kouto, Sayo, Hyogo, 679-5148

^{B)} Spring-8 Service Co., Ltd. 2-23-1 Kouto, Kamigouri, Hyogo 678-1205

^{C)} XFEL/JASRI 1-1-1 Kouto, Sayo, Hyogo, 679-5198

Abstract

We have been developing a flat surface floor for an air-pad system, which slides heavy components, and for improvement of characteristics of girders. We had already developed a grinding machine which can make a flat surface concrete floor within 50 micron/1m. However, it has a problem in the case of grinding wide area over 1 m². To obtain wide flat surface floor, we have casted an epoxy resin by self-leveling method. This method has some advantages, comparing with the grinding machine. The casted floor, which size is 6.5m×5m, had inclination of 90 micron/1m.

セルフレベルング工法による高精度平坦床面の製作

1. はじめに

我々が高精度平坦床面を作る開発研究を行っているのには2つの目的がある。一つは加速器架台の底面を密着させて床面との接触面積を増やして架台の振動特性を改善するためである^[1]。もう一つは重量物の精密位置決めのためのエアパッド^[2] (浮上量約 20 μm) (図2 拡大図参照)を用いて水平方向に自由に位置決めを行うためである。これらの目的のためにコンクリート床面を研削して高精度平坦床面を作る装置をこれまでに開発した(図1 参照)^[3]。この装置は円盤状ダイヤモンドホイールの円周部について刃を回転させながら、高剛性フレームの上で水平方向に動かすことでコンクリート表面を研削する。

1回の研削サイズは1m角で、平面度 50 μm の研削面が得られる。

最近、エアパッドを 8m 角程度の広いエリアで使用したいという要望があり、我々は大面積の高精度平坦床面の製作を行った。しかし、床面研削装置を移動して大面積を研削する事でできる研削境界部

での段差が最大 100 μm 程度になってしまい問題になった。

他に平坦な床面を得る方法として、セルフレベルング工法がある^[4]。これは固化前の液体状態で粘性の低い材料を使用することにより、重力で平坦な水平面を得る工法である。この工法は打設エリアのサイズによらず一定精度の平坦な床面を得ることが期待される。

我々はエポキシ系樹脂を使用し、セルフレベルング工法により高精度平坦床面の製作を行ったので報告する。

2. 研削による床面製作について

床面研削装置による高精度平坦面はコンクリート製の表面であるので、コンクリート自身が持つ高い硬度と高い圧縮弾性率を持つ。そのため架台の底面を密着させる床面としては良好である。一方短所としては、a. 1m 角以上の面積を研削するためには装置を移動しながら行うが研削境界部には 100 μm 程度の段差ができてしまう、b. 研削装置は 4 角形のフレームの内側にカッター部があるので壁から 1m 以内の部分は研削できない、c. 研削時はかなり粉塵



図 1: 床面研削装置。左下はダイヤモンドホイール部



図 2: 重量 3.8t の石製汎用光学定盤。左上は脚部のエアパッド

kimura@spring8.or.jp

ができるので防塵用テントが必要で研削と清掃のための水道水が必要である、d. 研削された表面の質は元々のコンクリートに依存するので、細かい巣が入っているコンクリートでは細かい凸凹ができる。

また、研削に要する時間は1m角につき約3時間程度であり、3人程度の作業員を常時必要とする。

3. セルフレベリング工法用エポキシ樹脂について

この工法は前節で述べた研削による工法の短所をほとんど持たない。今回採用したのは、アルファ工業(株)^[5]のアルファテック(AT)150という製品である。エポキシ系ということで主剤(変性エポキシ樹脂)と硬化剤(変性脂肪族ポリアミン)を混合攪拌して使用する。カタログによれば、混合液の粘度は600 mPa・s と大変低く、高いセルフレベリング性を持ち50μm/1mの平坦面が得られる。コンクリート、鋼材、硬化樹脂などに接着性が良く、機械的耐久性と耐薬品性を持つ。化学変化により硬化するので有機溶剤のような強烈な臭気はでない。混合後5分以内に床に流す必要があり、硬化には約1週間必要である。硬化後の圧縮弾性率は1700 N/mm²(一般コンクリートは約26000 N/mm²)、表面硬度はシュアーDで80(一般コンクリートは約90、床塗装皮膜は約70)である。高温・低温には弱いので、半田ごてを落としたり寒剤をこぼしたりしてはいけない。

カタログ通りの平坦面を得るためには、打設厚さが4~8mmで、塗装被膜のない高低差2mmの下地面を必要とする。通常のコンクリート床面はそれ以上の凹凸があるので、前処理として下地面をAT800又はAT830という高流動エポキシ樹脂を使って作る。これらの材料もセルフレベリング性を有しているので、2mmの高低差の面が得られる。

4. 試験施工

本施工を行う前に、2m×1.5mのサイズで試験施工を自分達で行った。施工場所の床は塗装皮膜のないコンクリート床面で、約10mmの高低差があった(図3(b)参照)。

型枠を設置して床表面の塗装をアセトンで除去した後、下地面としてAT800を骨材なしで打設した。打設した分量は、床が平坦だとすれば厚さ9mm分に相当する。AT800を骨材なしで使用する場合は、カタログスペックの堅さは得られないが粘性は低い。得られた表面の高低差のデータを図3(c)に示す。この時点で既に平面度0.3mmの平面が得られていた。測定にはデジタルレベルDiNi.03を使用した。この時の混合時には、丸棒で攪拌したために、未反応の部分ができてしまい直径5cm程度の泡模が全体にできたが、表面の凹凸には大きな影響はなかった。

約10日経過後、AT150を打設した。打設した分量は厚さ4mm分であった。完全硬化後の表面高低差のデータを図3(d)に示す。AT800時と同様で高低差約0.3mmの表面であった。

この最終表面を、レーザートラッカー(API社、

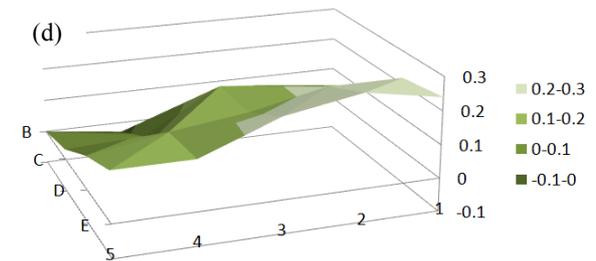
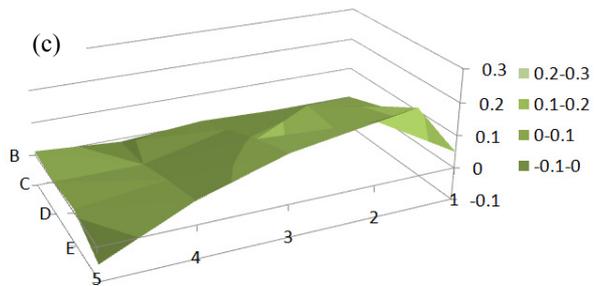
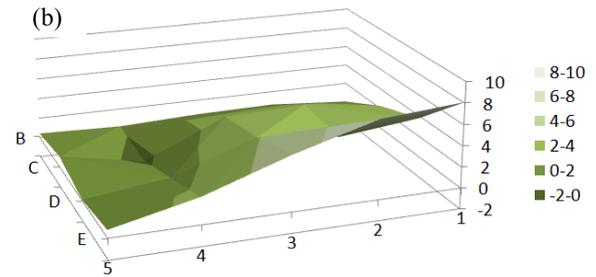
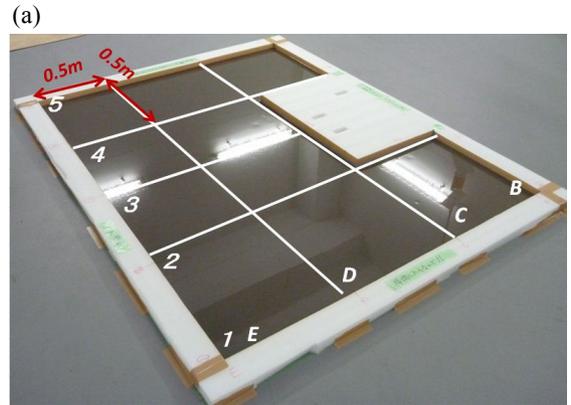


図3：試験施工の結果 (a):施工部の写真、(b):打設前の床の高低差、(c):AT800打設後の高低差、(d):AT150打設後の高低差、測定はデジタルレベルDiNi.03を使用、高さの単位は(mm)

T3) で細かく再測定し、ベストフィット平面 (少し水平から傾いた平面になる) を求め、その平面基準の平面度を計算したところ 0.1mm であった。

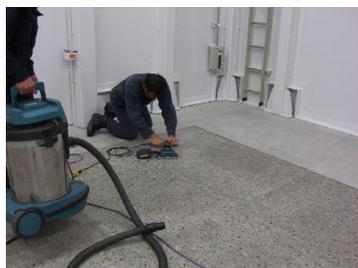
試験施工した面の上に、4 つの直径 22cm のエアパッド脚を持つ重量 3.8t の石製光学台(面圧約 $2.5 \times 10^5 \text{Pa}$ 、図 2 参照)を載せて試験したところ、スムーズに水平移動ができた。又、床表面に面圧約 $2.3 \times 10^5 \text{Pa}$ をかけたときの沈下量を高精度傾斜計を用いて測定したが $1 \mu\text{m}$ 以下で測定できなかった

又、静止摩擦係数の測定も行った。AT150 とエアパッド(SUS304)との係数は 0.31~0.35 程度、表面硬化剤パーミエイトを塗布したコンクリート研削面では 0.25 程度であった (一般コンクリートと鉄は 0.4)。

5. 本施工 その 1

本施工は、XFEL 実験ホール内の第 4 実験ハッチで行った。打設エリアは約 $6.5\text{m} \times 5\text{m}$ である。このエリアは既に床面研削装置により平面度 0.2mm に研削したエリアである。非研削面と研削面との高低差は平均で 4mm 程度で、打設厚は 5mm 程度あった。テストのために非研削面も打設エリアに入れた(図 3(g)参照(左側))。施工はアルファ工業によって行われた。打設の工程は以下の通りである。

- (1) サンダーによる面粗し：#30 の紙ヤスリをつけたサンダーにより表面を荒らし、同時に表面硬化剤層を剥離させる。作業後掃除機をかけ、最後にアセトンで清掃する。
- (2) 散布区画の罫書き：AT150 打設時に 1 缶分のエリアの目安となるように区画を罫書き。
- (3) 型枠の設置：1cm 角程度のスポンジ棒を両面



(a) : サンダーによる面粗し



(e) : AT150 の混合攪拌



(b) : 散布区画の罫書き



(f) : AT150 の打設 1



(c) : 型枠の設置



(g) : AT150 の打設 2



(d) : プライマーの塗布



(h) : 打設直後

図 3 : エポキシ樹脂の打設工程

テープで打設エリアの外側に貼り付け、AT340を刷毛塗りして目張りをする。

- (4) プライマーの塗布：接着性を良くするため、下塗り材として AT340 をローラー刷毛で全面に塗布する。硬化まで1晩おいた。
- (5) AT150 の混合攪拌：主剤と硬化剤をポリバケツ内で混合し、電動攪拌機を使って2分間攪拌する。バケツ内では反応が進み硬化が始まるので、5分以内に床に流す。尚、AT150は硬化してもポリバケツからは剥がすことができる。
- (6) AT150 の打設：床に罫書いた区画を目安にAT150を床面に流す。全ての分量を硬化前に流し終えるために20缶を約20分で打設した。

打設直後は非常にきれいな表面であったが、初期硬化の途中(数時間後)から直径5mm程度の泡が多数できてしまい、最後まで残った(図4参照)。(アルファ工業としては15年の施工実績で初めてのことである。)原因として考えられる事は、元床のコンクリート面には研削によって通常はない多数の巣(空泡)が見られていたので、プライマーを塗ったにもかかわらず、この部分の気泡がAT150の硬化が始まってから上がってきて、泡がつぶれなかったものと推測している。非研削部ではこのような泡が見られなかった。

レーザートラッカーとデジタルレベルを使用して測定した最終表面の形状を図5に示す。幅6.5mのグラフ左右方向では0.6mm程度の高低差、0.92mm/mの傾きがあり、幅5mのグラフ奥手前方向では0.2mm程度の高低差がある。全体にはなだらかな面になっている。元々4mm程度高い非研削部はグラフで左側にあり、AT150の打設は右側奥から行ったことから、非研削面部であふれた薬剤が右側に移動してきたが、硬化速度の方が速かったのでこのようなスロープができてしまったと推測している。

これらの点を考慮し、再度AT150を打設することとした。

6. 本施工 その2

下準備として、気泡部をサンダーでつぶし、パテ埋めを行った。後は前回と同じ工程でAT150をほぼ同じ量だけ再度打設した。打設は表面が高い方から行った。

今回は硬化後も泡は見られずきれいで滑らかな表面が得られた。しかし硬化時間の関係で、本稿には高低差の測定結果を載せることができなかった。

7. おわりに

約6m角の広いエリアで、エポキシ樹脂を使ったセルフレベルング工法により、平坦面の製作を試みた。現状、使用したエポキシ樹脂のスペックである50 μ m/lmの平面は得られていない。

今後最終表面の高低差を測定する他に、床面に密



図4：AT150 1回目の打設後にできた表面の泡。直径約5mm程度

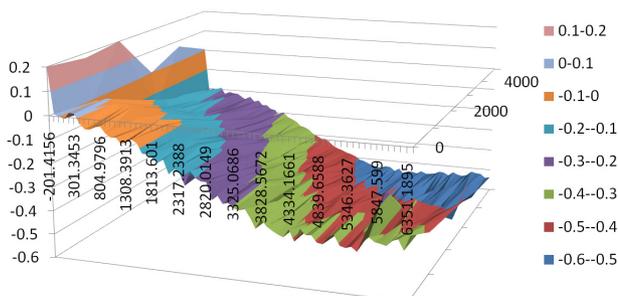


図5：AT150 1回目の打設表面の形状。単位はmm

着させた架台の振動測定を行い、研削面とエポキシ樹脂面とを比較する予定である。

最後にアルファ工業(株)の大井川氏のご協力に大変感謝いたします。

参考文献

- [1] Y. Otake, et al., “コージライト製安定架台の開発：振動測定について”, 本学会 2005 年報告集, p409.
- [2] K. Togawa, et al., “重量物の精密位置決め用エアパッド開発”, 本学会 2005 年報告集, p406.
- [3] T. Shintake, et al., “床面研削装置の開発”, 本学会 2005 年報告集, p202.
- [4] Y. Kawamura, et al., “新しい床の提案”, 日本中性子科学会誌「波紋」, Vol14, No.3, 209 (2004).
- [5] <http://www.alpha-kogyo.com/>