

# 「モアークリート」

## コンクリート構造物の品質の課題は強度と耐久性です

コンクリート構造物を作る上で発注者・施主は品質・強度を重要視し、施工者は品質と作業性に重点をおいて混和剤、添加剤を選定するといった、次元の相違した見方をしているのが現状です。設計品質の配合も作業性、充填性が困難であれば結果として強度不足、耐久性に不足することになりかねません。

「モアークリート」は品質向上剤、フリージング低減剤、多機能添加剤などの名称を使ったりしてきました、結果としてフリージングが低減することは、多機能につながり、品質を向上させる改良剤である。「モアークリート」は昨今の水質の悪化、骨材の劣化など環境の変化による、骨材事情が大きく変わっている中で、発注者と施工者の両者のニーズを叶える画期的な添加剤であるといえます。本商品は土木学会平成 17 年度全国大会で「多機能混和剤を用いたコンクリートの基礎的研究」と題して「モアークリート」を報告発表いたしました。

### 試験及び目的と結果

- コンクリート材料分離抵抗性の改善
- 打ち込み時の締め固め性能及び流動性の改善
- 耐久性向上の確認
- クラック低減効果の確認

#### A. 脆弱層の測定

コンクリート内における脆弱層の形成及び頻度は、構造物の強度や耐久性に影響をもたらすもので、クラックの原因や色むら、肌荒れ、砂走り、アバタなどの原因になります。

#### B. 細孔組織の測定

細孔組織の要領や頻度は、脆弱層と同様であり、分離抵抗性が改善される要因となる。又、耐久性について検証すると、細孔が少なることは劣化の伝達を鈍らせることになる、耐久性に富んだ構造物の形成につながる。

#### C. VB試験

時間経過における一定時間内のワーカビリティの変化を提示するもので、適切作業時間や作業可能時間を確かめる試験方法です

## A . 脆弱層の測定結果

コンクリート内における脆弱層の形成又は頻度は、構造物の強度や耐久性にもっとも影響するもので脆弱層の頻度によって色むら、肌荒れ砂走りアバタなどの発生をともないます

- 1) 安定的な強度(耐久性のある)構造物を形成する
- 2) 仕上がり品質、より良い表面品質を形成する
- 3) 脆弱層が深いとそれだけクラックが入りやすい

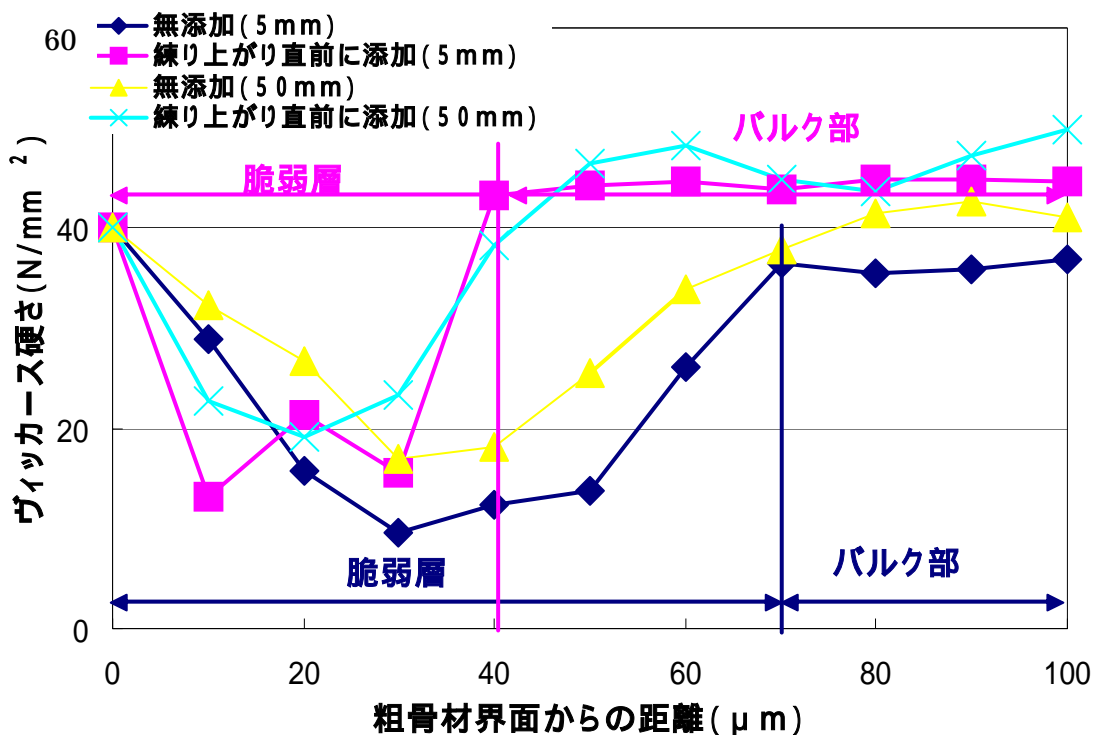


図 - 15. ヴィッカーズ硬さと粗骨材界面からの距離の関係

「モアークリート」の添加により粗骨材界面においてバルク部より強度が低い脆弱な領域が減少する傾向が確認された。これはセメントの分散効果によりフレッシュコンクリート中において粗骨海面に移動する自由水が減少したことによるものと考えられ、より均一な構造物の形成が推測される。

## B. 細孔分布の測定結果

細孔組織の頻度は脆弱層と同様に構造物の強度、耐久性に関することがもっとも影響され、脆弱層の分布を更に追及する事柄である。

1)

細

孔組織が多くなればなるほど、より均一でより強度や耐久性に富んだ、構造物を形成している証明と成ります、特に耐久性について考えますと細孔が多くなることは劣化の伝達が遅くなる(奥に浸透しづらくなる)結果となり、耐久性に富んだ構造物になります

細孔分布測定

W/C50% 目標スランプ8cm 目標空気量 4.5%

| 打設面からの距離<br>(mm) | 無添加         |            | 練り上がり直前に添加(標準添加) |            |
|------------------|-------------|------------|------------------|------------|
|                  | 全細孔容積(cc/g) | 平均細孔直径(μm) | 全細孔容積(cc/g)      | 平均細孔直径(μm) |
| 5                | 0.06970     | 0.06043    | 0.06570          | 0.04926    |
| 30               | 0.05540     | 0.03982    | 0.05770          | 0.03976    |
| 50               | 0.05130     | 0.03270    | 0.05950          | 0.03266    |
| 平均               | 0.05880     | 0.04432    | 0.06097          | 0.04056    |
| 標準偏差(±)          | 0.00019     | 0.00042    | 0.00004          | 0.00014    |

表より

混和剤の適度な分散効果により、コンクリートの分離抵抗性が改善され均一な組織構造が形成されたものと考えられる。

標準偏差値からも容積及び直径のばらつきも少なく、より均一な構造をされていることが伺える。

2) 試験結果より

均一に締まっているコンクリートは構造物の安定的な強度、耐久性を維持する補助効果を呈している

安定的な強度及び強度向上の効果をもたらします

均一化はクラックの減少に大きく作用する

## C . V B 試験結果 (振動台コンシステンシー試験、変形又は流動に対する抵抗性試験)

### 試験の目的

- \* 市販の混和剤は硬化による水和熱の反応、分離水などによるスランプロスを呈する
- \* モアークリートは水和熱の反応を弱めて電離作用による静電的粘着力(決着力)で、あたかもスランプロスを生じたようになるがバイブレーターなどのエネルギーを与えると再びスランプが大きくなる。
- \* 分離水の低減効果による作業性の向上も期待されるため、時間経過によるスランプロスの改善対策も重要な検討である。
- \* 経時的変形または流動性を検証するとともに恒久的な作業性を確保する対策として検討する。

### 試験要領 ;

- \* 目標スランプ 8.0cmと18.0cmの2種類について試験実施
  - \* 混練後、直後(0分)、15分、30分、45分、60分についてスランプ、空気量を測定。
  - \* 基本配合は「モアークリート」無添加。 試験配合 1は基本配合に「モアークリート」を最初に1回(0.8g / m<sup>3</sup>)のみ添加して20秒高速回転し、時間ごとに測定した。  
試験配合 2は基本配合の時間ごとに「モアークリート」を測定時間30秒前に添加してそれぞれ20秒高速回転して測定した。
- |                       |         |           |
|-----------------------|---------|-----------|
| (基本配合・0分+「モアークリート」添加  | 高速回転20秒 | 測定)他添加なし。 |
| (基本配合・15分+「モアークリート」添加 | 高速回転20秒 | 測定)他添加なし。 |
| (基本配合・30分+「モアークリート」添加 | 高速回転20秒 | 測定)他添加なし。 |
| (基本配合・45分+「モアークリート」添加 | 高速回転20秒 | 測定)他添加なし。 |
| (基本配合・60分+「モアークリート」添加 | 高速回転20秒 | 測定)他添加なし。 |
- は、5タイプによる測定を実施。

### {試験結果 - 1}

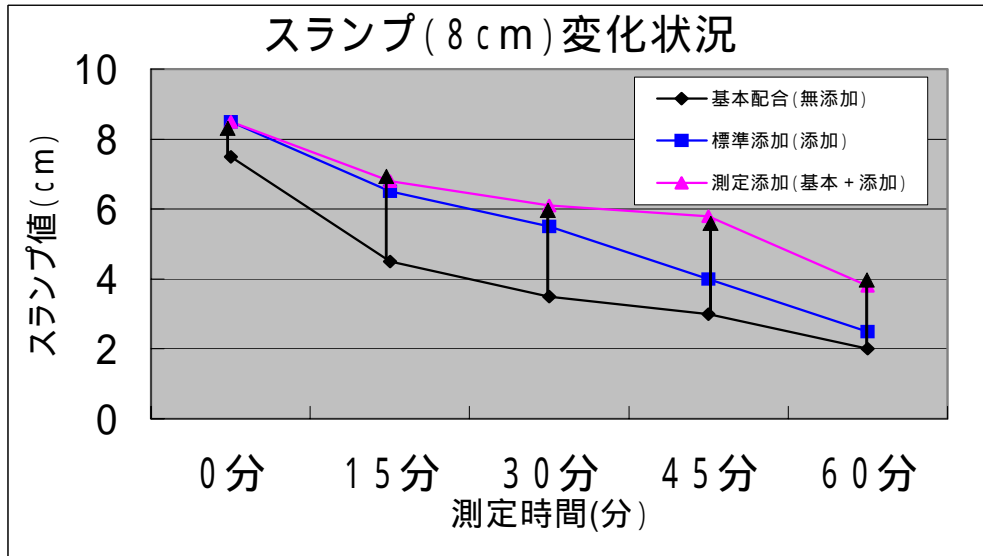
(コンクリート示方配合)

目標スランプ 8.0cm 目標空気量 4.5%

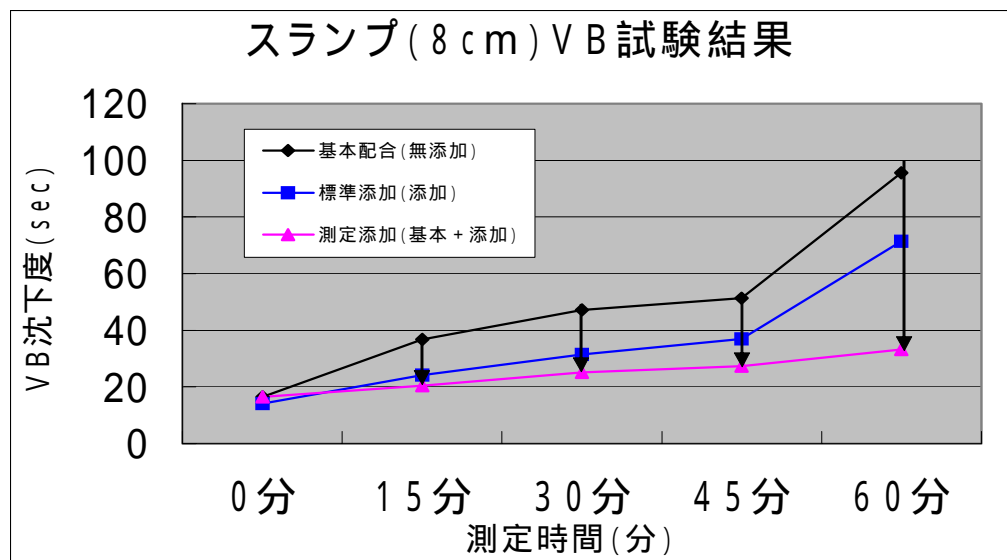
単位: kg / m<sup>3</sup>

| W / C | W   | C   | S   | G    | 減水剤     | AE剤     |
|-------|-----|-----|-----|------|---------|---------|
| 50%   | 157 | 314 | 827 | 1060 | C*0.007 | C*0.001 |

1). スランプ 8cmにおけるスランプ変化



2). スランプ 8cmにおける沈下速度変化

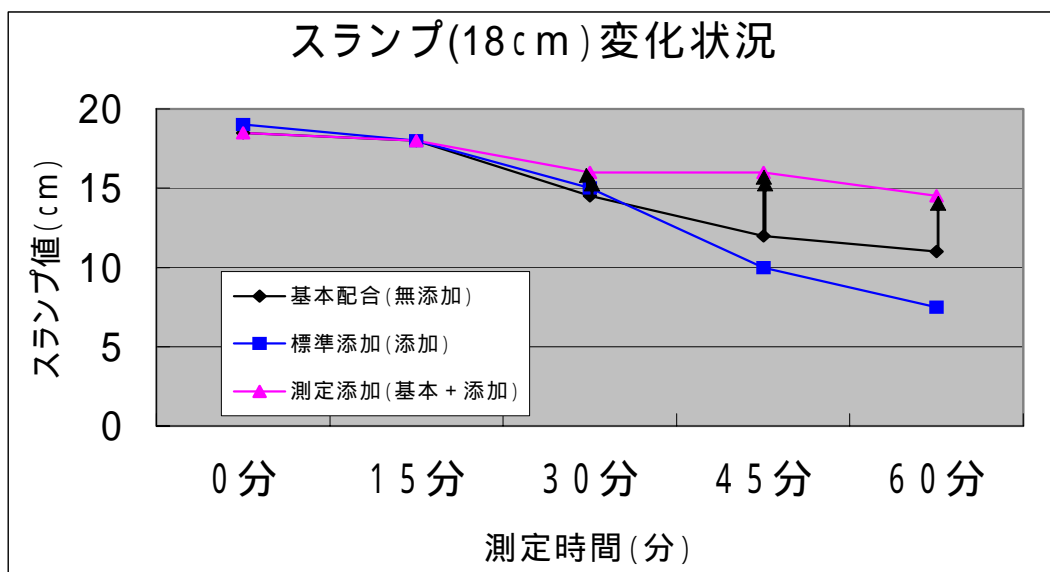


基本配合(無添加)と標準添加(最初のみ添加)を比較するとスランプについては添加時2cm程度の改善がされるが、練り上がりから30分程度以上になると急速に基本配合のスランプ値に近づく。この現象は概観的には30分程度までにモアークリートを添加しないとスランプ値の変化の確認がしにくいこと示している。

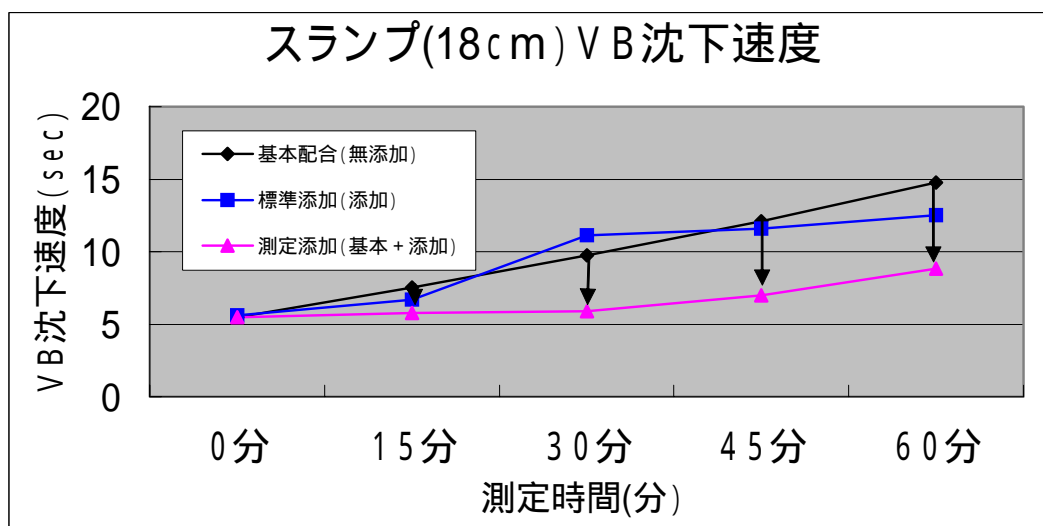
基本配合(無添加)と測定時間ごと添加をスランプ値について比較すると、30~40分程度で大きく改善される。これはコンクリート練り上がりから30~45分経過した時点でモアークリートを添加するとスランプ値は大きく改善される。

基本配合(無添加)、標準添加、測定時間ごとの添加のVB沈下度を比較すると、コンクリート練りあがり時のみに添加すると、無添加(基本配合)のものと比較し、最初のVB沈下度の差がそのまま持続する。又測定時間毎に添加しても、沈下度は最初の添加時とほぼ同じであるため、基本配合と比較して時間が経過するに従って差が大きくなる。

### 3)スランプ18cmにおけるスランプ変化



### 4)スランプ18cmにおける沈下速度変化



1)スランプ値について比較すると、概観的(スランプ)にコンクリート練りあがり30分程度は変化が確認し難いが45分程度以上になれば大きく改善されるかことが確認される。但し練りあがり直後に添加したコンクリートは他の高性能減水剤と同様に30分以上経過するとスラ

ンプロスが大きくなる。

- 2) V B沈下度について比較すると、標準添加、測定時間毎添加はともに30分程度コンクリート練りあがりから時間が経過して添加すると、基本配合と比較してV B沈下度が小さく(早く)なる。

## 考察

1. モアークリートのワーカビリティは単位セメント量による水和熱(水和作用)に大きく作用される。
2. モアークリートをコンクリート練りあがり30分～45分で添加するとスランプ値は大きく改善される。
3. モアークリートを添加するとV B沈下度(変形及び流動に対する抵抗性)が時間経過しても大きく変化しない。(これは時間が経過しても変形や流動性が確保されていることを証明しており、作業性の向上に寄与する)
4. ワーカビリティ(作業性)を判断する指標として、スランプ測定がもっとも一般的である。が、時間の経過とともにV B測定試験などの値も重要になる、特にモアークリートはコンクリート内の水分に作用するためスランプ値のみでの判断は難しい。
5. 時間経過において、ある一定時間内においてモアークリートを添加することによ目的に適するワーカビリティを得られることを示す。

\* 打設現場において所定のスランプ値が確認できないことが、発生しているがこのV B試験により練りあがり時間や添加時期について考慮すれば作業環境は大きく変わる。

\* モアークリートの効果的な添加は混練り後45分程度が理想ですが60分経過後でも打設直前の添加ではスランプ値及びV B試験値を見る限り十分なワーカビリティを確保、機能を維持しているといえる。(再活性、最改質性)

\* **モアークリートは打設直前の添加が最も効果的であるといえる。**

## D. クラックの低減及び耐久性の施工

施工概要 建築面積 延べ床面積 A = 25902m<sup>2</sup>

施工場所 大阪府大東市 某工場新築工事

使用目的 コンクリート単位数量を低減し左官工事の機会指揮押さえや耐摩耗性床仕上でクラックを低減し、構造物の耐久性を向上させたい。

元設計 = 18N - 12 - 20(N) W / C = 68% W178kg / m<sup>3</sup> AE減水剤

Cutter目地 (幅 3ミリ、深さ25mm、長さ 4m、間隔 7m )

変更設計 = 21N - 8 - 20(N) W / C = 63% W170kg / m<sup>3</sup> AE減水剤 + モアークリート

カッター目地〔省略 目地なし〕

{コンクリート配合}

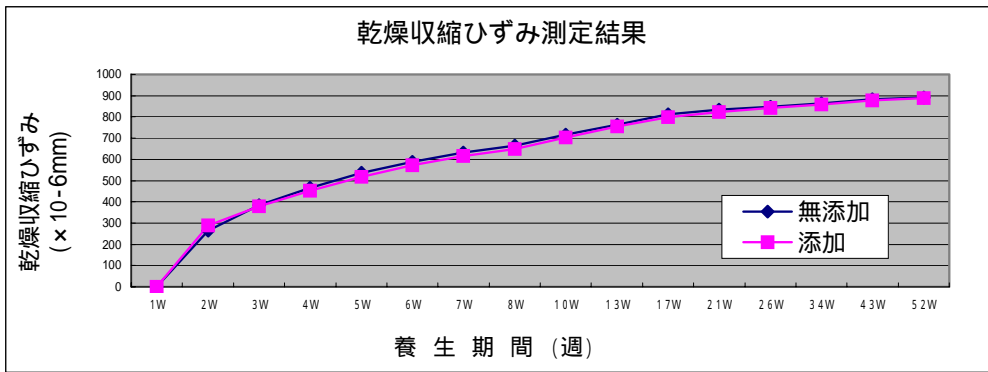
| 呼び強度 | セメント     | スランプ      | 空気量      | 細骨材率  | 単位水量                 |
|------|----------|-----------|----------|-------|----------------------|
| 21N  | 普通ポルトランド | 8.0±2.5cm | 4.5±1.0% | 45.3% | 170kg/m <sup>3</sup> |

{単位重量(kg/m<sup>3</sup>)}

| C   | S1  | S2  | S3  | G1   | 混和剤・添加剤(kg/m <sup>3</sup> ) |         |
|-----|-----|-----|-----|------|-----------------------------|---------|
|     |     |     |     |      | フーリックS                      | モアークリート |
| 255 | 381 | 381 | 189 | 1149 | 2.70                        | 0.0008  |

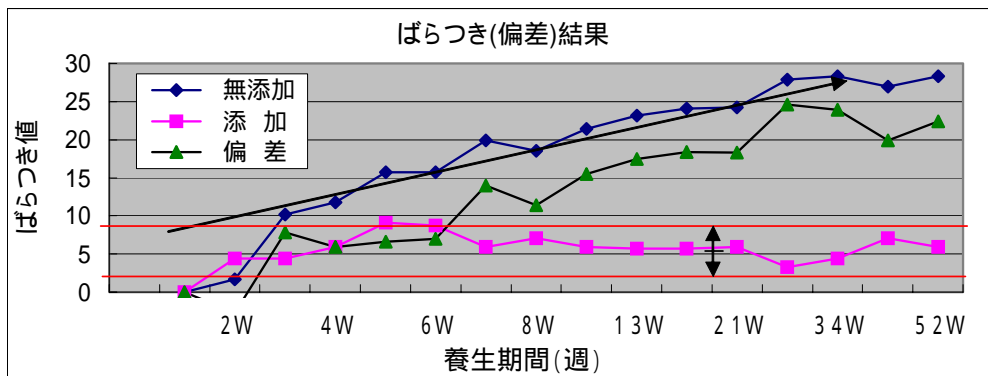
乾燥収縮ひずみ測定結果

| 供試体名 | 乾燥収縮ひずみ(×10 <sup>-6</sup> ) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 1W                          | 2W  | 3W  | 4W  | 5W  | 6W  | 7W  | 8W  | 10W | 13W | 17W | 21W | 26W | 34W | 43W | 52W |
| 無添加  | 1                           | 264 | 378 | 460 | 528 | 578 | 620 | 654 | 702 | 750 | 794 | 818 | 832 | 846 | 864 | 872 |
|      | 2                           | 262 | 392 | 476 | 550 | 600 | 648 | 680 | 732 | 782 | 828 | 852 | 870 | 886 | 902 | 912 |
|      | 3                           | 264 | 382 | 464 | 536 | 586 | 632 | 664 | 714 | 760 | 810 | 832 | 842 | 864 | 880 | 890 |
|      | 平均                          | 0   | 263 | 384 | 467 | 538 | 588 | 633 | 666 | 716 | 764 | 811 | 834 | 848 | 865 | 882 |
| 添加   | 1                           | 292 | 378 | 454 | 522 | 574 | 620 | 650 | 704 | 754 | 798 | 824 | 842 | 856 | 876 | 886 |
|      | 2                           | 290 | 376 | 452 | 524 | 578 | 618 | 654 | 706 | 758 | 802 | 826 | 842 | 860 | 882 | 894 |
|      | 3                           | 286 | 382 | 446 | 512 | 566 | 612 | 644 | 698 | 750 | 794 | 818 | 838 | 854 | 872 | 888 |
|      | 平均                          | 0   | 289 | 379 | 451 | 519 | 573 | 617 | 649 | 703 | 754 | 798 | 823 | 841 | 857 | 877 |



ばらつき(偏差)による検証

|     | 1W | 2W   | 3W   | 4W   | 5W   | 6W   | 7W   | 8W   | 10W  | 13W  | 17W  | 21W  | 26W  | 34W  | 43W  | 52W  |
|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 無添加 | 0  | 1.7  | 10.2 | 11.8 | 15.7 | 15.7 | 19.9 | 18.5 | 21.4 | 23.2 | 24.1 | 24.2 | 27.9 | 28.3 | 27.0 | 28.3 |
| 添加  | 0  | 4.4  | 4.4  | 5.9  | 9.1  | 8.7  | 5.9  | 7.1  | 5.9  | 5.7  | 5.7  | 5.9  | 3.3  | 4.4  | 7.1  | 5.9  |
| 偏差  | 0  | -2.7 | 7.8  | 5.9  | 6.6  | 7.0  | 14.0 | 11.4 | 15.5 | 17.5 | 18.4 | 18.3 | 24.6 | 23.9 | 19.9 | 22.4 |





## まとめ

- 1) 無添加のひずみ値は、経過養生日数に従って大きくなっているが、モアークリートを添加した共試体はばらつき度 5.0 近辺に推移している。管理限界 3 以内に収まって居り非常に均一なコンクリートであることが伺えられる。
- 2) 当構造物は非常にクラックの少ないものとなっており、施主及び管理者より好評を頂いた
- 3) 工事現場において、クラックを減少させることはコンクリートをより均一にさせることが肝要であるの見解を新たにした。

## 総合考察

1. 品質の改良。「モアークリート」の添加は不均一になりがちなコンクリートを均一な組成構造に改良し、緻密なコンクリートを作り、耐久性に富んだ構造物の形成に繋がる。
2. ワークビリティーの促進。(品質、材料分離を生じることなく、運搬、打ち込み、締め固め、仕上げなどの一連の作業が容易になり作業効率が上がる)
3. モアークリートは品質の向上と作業性の両方を兼ね備えている。
4. 添加作業はミキサー車高速 3 回転するだけでよい(簡単作業)