

# スラッジ水の多量添加がコンクリートの性質に及ぼす影響

東北大学 学生員 ○ 西丸知範

東北大学 中川佳大

東北大学 正員 岩城一郎

## 1. はじめに

筆者ら<sup>1)</sup>は、スラッジ水の添加によりコンクリートの圧縮強度が若干改善すること、さらに、添加率を上げていくと乾燥収縮率が大きくなる傾向を示すことを報告した。本研究では、スラッジ水の添加が、コンクリートの圧縮強度と乾燥収縮に与える影響のメカニズムを明らかにする。この過程においてスラッジ水中において存在する固形分（以下これをスラッジ水中固形分と呼ぶ）がかなりの量の水を取り込んでいることが推察され、この影響がコンクリートの諸性質に与える影響を無視できないと判断したため、スラッジ水中固形分の表乾状態を仮定して更なる検討を進めることにした。

## 2. 実験概要

セメントは比重 3.15、比表面積 3380g/cm<sup>2</sup> の普通ポルトランドセメント、細骨材は宮城県大和町産の山砂を使用した。スラッジ水は品質及び濃度を一定に管理するため実験室内で作製したものを使用することにした。スラッジを 105～110℃で

表-1 配合表

| 配合 | W/C (%) | 単位量 (g/10%) |       |      |      | 補正後<br>W<br>(g/10%) | 補正後<br>W/C (%) |
|----|---------|-------------|-------|------|------|---------------------|----------------|
|    |         | W           | C     | SI   | S    |                     |                |
| A  | 40.0    | 5580        | 13950 | —    | —    | —                   | —              |
| B  | 57.1    |             | 9765  | 3202 | —    | 4975                | 50.9           |
| C  |         |             |       | —    | 3428 | —                   | —              |
| D  | 40.0    | 4840        | 12100 | 3202 | —    | 4235                | 35.0           |
| E  |         |             |       | —    | 3428 | —                   | —              |

SI：スラッジ固形分，S：細骨材

乾燥して得られたもの（以下これをスラッジ固形分と呼ぶ）の比重は 2.41、比表面積は 2650g/cm<sup>2</sup> であった。

本研究では、スラッジ水中固形分の表乾状態を求めるため、まずスラッジ水中固形分の拘束水比<sup>2)</sup>を求め、これを用いることによりスラッジ水中固形分の吸水量を試算した。さらに、スラッジ水の添加が悪影響を及ぼすと示唆されている乾燥収縮に対して、表-1 に示す配合のペーストを打設し、乾燥収縮率の測定を行った。表中に示す補正後 W と補正後 W/C は後述するスラッジ水中固形分の吸水率を用いて計算した値である。これらの配合における体積概念図を図-1 に示す。A は W/C40% のペーストでこれを基本配合とする。B および C は A に対して単位水量を等しくして、セメント体積の 30% をスラッジ固形分および細骨材で置換した配合である。さらに D および E は、B および C とスラッジ固形分および細骨材を等しくして、W/C を基本配合 A と同じ 40% に設定した配合である。

図-1 配合の体積概念図

## 3. 実験結果および考察

相対フロー面積比  $\Gamma_p$  が 0 を示す状態におけるペーストの水粉体容積比のことをその粉体の拘束水比と呼び<sup>2)</sup>、この概念を用いてスラッジ水中固形分の表乾状態を推定することにした。そこで、表-1 に示す D と同じ配合に対して水量のみを追加させた配合を 4 種類設定し、それらの示す  $\Gamma_p$  と追加水量との関係から、スラッジ水が添加されているペーストの  $\Gamma_p$  が 0 となるとき配合を求めた。この状態を、 $\Gamma_p$  が 0 のセメントペーストとスラッジ水中固形分ペーストを練混

|     |       |   |         |
|-----|-------|---|---------|
| 補正前 | W     | C | SI      |
| 補正後 | 補正後 W | C | SI   W' |

図-2 スラッジの吸水による水量補正の概念図

ぜたものであると仮定し、スラッジ水中固形分の拘束水比を求めた。さらに、スラッジ水中固形分ペーストの  $\Gamma_p$  が 0 となるとき、表面に吸着している水と内部に取り込んでいる水との合計であると考えられるため、拘束されている全水量から表面に吸着している水量のみを除いて、内部に取り込んでいる水量を求めることにした。計算の結果、スラッジ固形分の吸水率は 18.9% であることがわかった。スラッジの吸水量を  $W$  としたときの  $W$  の変化に関する概念図を図-2 に示す。筆者ら<sup>9</sup>が得ている、 $W/C$  一定でスラッジ水を添加していったモルタル供試体の圧縮強度と  $C/W$  の関係について、スラッジの吸水を考慮する前の結果と補正後の結果をあわせて図-3 に示す。ただし、凡例中の 50+10 とは  $W/C$ 50% のモルタルにスラッジ固形分をセメント質量に対して 10% 添加した配合のことを示し、図中における直線は  $W/C$ 50% と 70% のデータを結んだものである。この直線がそれぞれの  $C/W$  における圧縮強度を示していると考えた場合、補正後の結果から、スラッジを添加することにより改善される強度の増加分というのはスラッジ水中固形分そのものが強度に寄与したのではなく、スラッジ水の添加により  $W/C$  が低下したため現れた結果であると理解できる。

つぎに、表-1 に示す配合から得られた乾燥収縮率の結果を図-4 に示す。まず、A と C の配合は  $W$  が一定であるため、乾燥収縮率の差は  $W/C$  の違いによるものである。つぎに、B と C は  $W$ ,  $W/C$  ともに等しいが、スラッジの吸水を考慮して水量の補正を行うと、B の方がともに小さくなる。よって  $W$ ,  $W/C$  の点から考えれば、C の方がセメントペースト部分における乾燥収縮は大きくなると予想できるが、実際にはそのようにならなかった。つまり B と C との  $W$  および  $W/C$  の差による影響が、このとき添加されているスラッジ水中固形分そのものが乾燥収縮に与える影響とほぼ等しくなっていると考えられる。さらに A と E においては  $W/C$  が等しく、 $W$  は異なっている。よって、A と E の収縮率の差はそのまま  $W$  の差ということが出来る。つぎに D の配合は、スラッジの吸水を考慮すると  $W$  や  $W/C$  は E よりも小さくなっている。これらの点から考えると D のほうが E よりもセメントペースト部分における乾燥収縮は小さくなると予想されるが、実際には D のほうが E を大きく上回っている。この結果からも、スラッジ水中固形分そのものが乾燥収縮に寄与していることがわかる。

#### 4. 結論

スラッジ水中固形分の吸水を考慮すると、スラッジ水の添加による強度増進効果はスラッジ水の添加そのものによる影響ではなく、 $W/C$  が変化したことによる影響である可能性が示された。さらに、乾燥収縮率についてはスラッジ水中固形分の吸水を考慮した結果、スラッジ水中固形分そのものが乾燥収縮に大きな影響を及ぼすことがわかった。

#### 参考文献

- 1) 岩城一郎, 西丸知範, 三浦尚: スラッジ水を多量に添加したコンクリートに関する基礎的研究, 土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集第 5 部, pp188-189, 1997.
- 2) 岡村甫, 前川宏一, 小澤一雅: ハイパフォーマンスコンクリート, 技報堂出版, 1993.

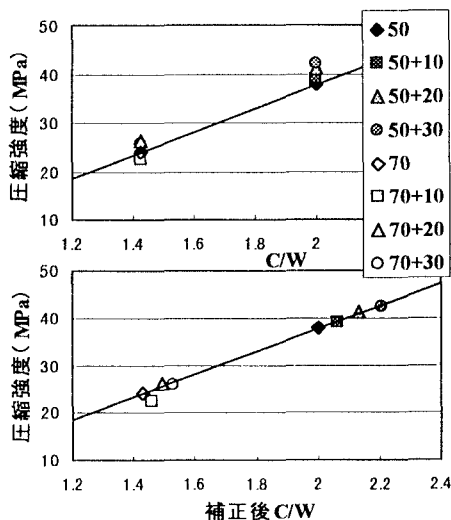


図-3  $C/W$  と 28 日圧縮強度

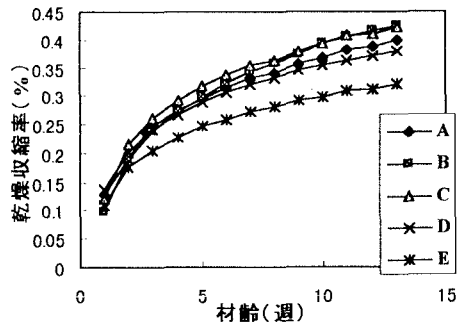


図-4 乾燥収縮率