

V-134

分割練混ぜにおける混合粉体の吸着水率に関する考察

石川島建材工業技術研究所 正会員 星 英徳 同 大須賀哲夫
 リブコンエンジニアリング 門倉 智
 日本鉄道建設公団設計技術室 正会員 北川 修三 同 末永 充弘

1. まえがき

高品質吹付けコンクリートには、混和材として各種超微粉が用いられる¹⁾。そこで各種粉体およびその混合粉体を用いたペーストの分割練混ぜにおける一次練混ぜ水率（以下「吸着水率」という）について検討した²⁾。

2. 試験

吸着水率は、ペーストの練混ぜトルクが最大となる時の水粉体比として求めた。

2.1 単味粉体材料の吸着水率：表-1に試験に用いた粉体の基本特性および試験により得られた単味粉体の吸着水率を示す。なお、比表面積は窒素吸着法（以下BET法）を用いて求めた。

2.2 混合粉体の吸着水率：前記のNPCとシリカフェューム（以下SF）とを混合した粉体について、SFの内割り混合率をパラメータとして求めた吸着水率を表-2に示す。混合率が5～10%において最小となっている。なお、混合率90%の値が単味のそれよりも大きな値を示している。

3. 考察

3.1 単味粉体材料の吸着水率と表面積の関係：吸着水は粉体粒子の表面および粒子間に拘束されていると考えられる。単純化のため大部分の吸着水が粒子表面に拘束されていると仮定し、吸着水量を粉体の表面積で割ると吸着水の概算膜厚が得られる（図-1）。この結果得られた水膜厚 T [μm]と比表面積 A [cm^2/g]との関係を累乗近似すると非常に良い相関が有り、(1)式の関係が得られた。

$$T = 298.6 A^{-0.7879} \approx 300 A^{-0.8} \quad (1)$$

3.2 混合粉体の吸着水率：図-2に試験結果を示す。単味の吸着水率を単純加算した混合粉体の吸着水率も示した。両者は明らかに異なっており、特に混合率が低い場合にはNPC単味の吸着水率よりも小さな値を示している。

そこで、NPCの吸着水中にSFが独自の吸着水を持たずに混入しているものとする、吸着水率 C_1 はNPCの吸着水率 C_c より減少する。ここで、SFの混合率（内割） R_0 、密度 D_{SF} とすると、 C_1 は式（2）で与えられる。

$$C_1 = C_c(1 - R_0) - R_0/D_{SF} \quad (2)$$

(2)式の計算結果を図-2に示す。混合率が5%程度までは試験結果と良く合っているが、混合率が高くなると次第に乖離が大きくなる。そこでSFの一部はNPCの吸着水中に在るが、残りの部分は独自の吸着水を保有しているものと考え、混合したSF (R_0)のうちNPC吸着水中に在るSFの割合 R_1 は(3)式で与えられる。

キーワード：分割練混ぜ、粉体、混合粉体、吸着水率、ペースト

連絡先：〒252 神奈川県綾瀬市小園720

TEL：0467-77-8554 FAX：0467-77-4314

表-1 粉体の基本特性と吸着水率

粉体名	比重 [g/cm^3]	比表面積 [cm^2/g]	吸着水率 [%]
NPC	3.16	11700	24
SF	2.2	243000	36
100M炭カル	2.7	12900	19
200M炭カル	2.7	10790	19
325M炭カル	2.7	18840	24
17000スラグ	2.92	46400	41
アルミナ90000	3.7	90000	33

NPC：普通ポルトランドセメント

表-2 吸着水率試験結果

SF混合率 [%]	試験結果 [%]	SF混合率 [%]	試験結果 [%]
5	21	30	25
7	22	40	26
10	21	50	31
15	22	90	47
20	22		

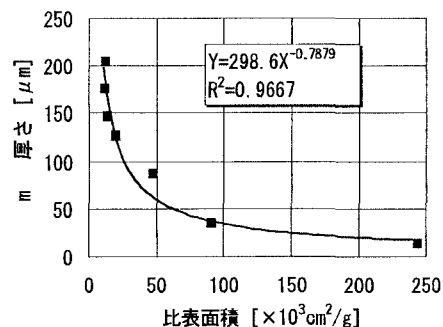


図-1 混合粉体の吸着水率

$$R_1 = \{C_c - (C_c - C_{sf}) R_0 - C\} / (C_{sf} + 1/D_{sf}) R_0 \quad (3)$$

また、 $R_0 \cdot R_1$ は総粉体量のうちNPC吸着水中に在るSFの割合を示す。表-2に示した試験結果Cを用いて求めた R_1 および $R_0 \cdot R_1$ の計算結果を図-3に示す。なおSF単味の吸着水率は、混合粉体の吸着水率を外挿して $C_{sf} = 0.51$ とした。図-3によると、 R_1 は混合率が大きくなると急速に低下している。一方、NPC吸着水中のSF率($R_0 \cdot R_1$)には最大値があり、混合率30%前後で8%程度となっている。

3.3 NPCの表面積とその吸着水中のSFの関係

SFはほぼ球形であるので、その投影面積と表面積との比はおよそ1/4である。従ってNPC吸着水中のSFがNPCの表面を覆っている割合Fは、(4)式で与えられる。

$$F = A_{sf} \cdot R_0 \cdot R_1 / \{4A_c(1 - R_0)\} \quad (4)$$

ここで、 A_{sf} 、 A_c はそれぞれSF、NPCのBET法による比表面積である。混合率 $R_0 = 0.05$ の時NPC表面の約30%が粒子で覆われていることになる。なお、 $R_0 \cdot R_1$ が最大となる約8%前後に割合Fは50~70%となる。

4. まとめ

各種粉体とその混合粉体を用いた、ペーストの吸着水率について検討を行った結果、次の知見を得た。

①吸着水の大部分が微粉表面に拘束されていると仮定すると、その水膜厚は比表面積との間に強い相関が認められ、ほぼ比表面積の-0.8乗に比例する。②NPCとSFの混合粉体の吸着水率は単味のそれを単純加算して求めることはできず、混合粉体を用いた試験が必要である。また混合率が5~10%において吸着水率が最小となった。③NPCとSFの混合率と吸着水率の関係から、NPC吸着水中のSF率は最大8%程度であり、混合率が高くなるに従い吸着水中のSFの割合は急速に低下する。この様なことから、超微粉によりNPCの改質を行う場合には、その微粉をできるだけNPCの表面付近に配し、吸着水量が少なく練混ぜトルクが大きいところで練混ぜることが効果的であると考えられる。従って、大部分が吸着水中に在ると推定される混合率5~10%が合理的な混合率と考えられる。④図-1によればNPC吸着水の概略膜厚は0.2μm程度であり、SFの平均径(0.1μm前後)とほぼ同等な寸法である。また前述のとおりSFの混合率が5%程度と小さいときは、その大部分がNPCの吸着水中にあると考えられ、その様な時にNPC表面をSFが覆う割合は(4)式から約30%程度であり、これらのことから混合粉体のモデルを図-4のように推定することができる。

<参考文献> 1) 伊藤他：混和材を用いた吹付けコンクリートの施工性および品質に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、1997年

2) 岸谷他：SECコンクリート工法 建築技術N°380、1993年

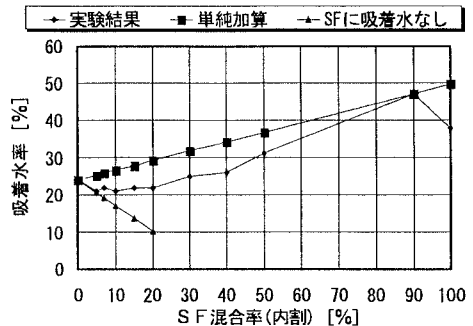


図-2 混合粉体の吸着水率

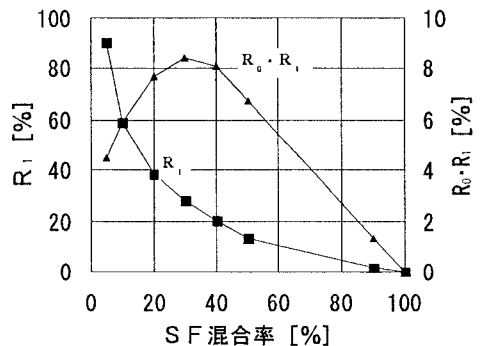


図-3 吸着水中のSF率計算結果

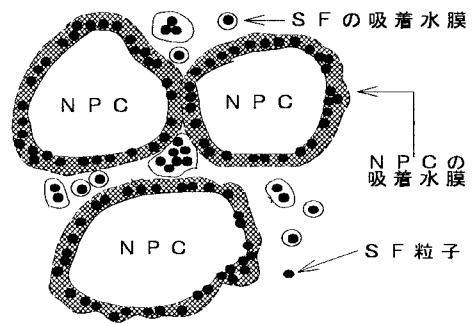


図-4 混合粉体のモデル図