

V-75 分割練り混ぜによる高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの強度性状

九州大学 学生員○小森達也

九州大学 正会員 牧角龍憲

新日鐵化学 正会員 檀 康弘

1. 目的

高炉スラグ微粉末(以下GBFSと称する)は初期水和反応が緩やかである為、施工に当たっては比較的長期の養生が必要であり、養生が十分でない場合にはその後の強度発現が阻害される。

そこで筆者らは養生の良否の影響を低減する目的でGBFSの初期水和反応を練り混ぜ方法により促進できないかと考え、GBFSと普通ポルトランドセメント(以下OPCと称する)とを分割して練り混ぜ、種々の要因下でのコンクリートの強度発現性状(特に初期強度)について検討した。

2. 実験概要

2-1. 材料

OPCはA社製、GBFSはブレーン4000cm²/g程度のB社製、粗骨材は比重2.59の碎石、細骨材は粗粒率2.41、比重2.65の海砂を用い、混和剤は無塩化タイプの標準型及び促進型のAE減水剤を用いた。

2-2. 実験方法

実験ではOPCコンクリートとGBFSコンクリートとに分割して練り混ぜ、4分間経過した後一つに混合した。コンクリートの配合は粗骨材の最大寸法20mm、スランブ8±1cm、空気量4±1%、W/C=50%とし、OPCとGBFSは重量比で50:50とした。実験要因は表-1に示すように混和剤を2種類、練り混ぜ方法を4通り、そして様々な養生環境を踏まえ湿度条件を4通り、温度条件を3通りとした。所定の材令における圧縮強度を測定し、種々の要因下での分割練り混ぜの効果を検討した。

表-1 混和剤の種類、練り混ぜ方法、及び養生方法

混和剤	N	標準型AE減水剤
	H	促進型AE減水剤
練り混ぜ方法	同	(OPC+GBFS)コンクリート+Add
	S ₁	(GBFSコンクリート+1/2Add)+(OPCコンクリート+1/2Add)
	S ₂	(GBFSコンクリート+Add)+(OPCコンクリート)
	後	[(GBFSコンクリート)+(OPCコンクリート)] +Add
養生方法	A	水中養生(5℃、20℃、30℃)
	B	気中養生(20℃)
	C	打設後3日まで水中、のち気中養生
	D	打設後7日まで水中、のち気中養生

3. 実験結果およびその考察

表-2は材令91日までの圧縮強度を示したものである。これをみると混和剤Nを使用した供試体についてはいずれの湿度条件、温度条件においても材令28日までは同時に練り混ぜた供試体(記号同)よりも分割して練り混ぜた供試体(記号S₁、S₂)の強度が大きく、特に初期材令において顕著に認められる。また、気中養生を行った養生方法B、CおよびDそれぞれを比較すると、材令初期において十分な養生を施されたC、Dでは同とS₁の強度差がBと比べて大きい、Bにも同とS₁との差が認められる。これは初期材令からの乾燥という悪条件下においても分割練り混ぜの効果(水和促進効果)があらわれた為に、S₁と同一の強度差が生じたものと考えられる。次にC、Dを比較すると、Cは3日で気中に放置されたものであるが7日でS₁が同よりもかなり大きく、その強度差は約20%にも達している。同様に、Dについても気中に放置された後の28日でS₁と同一の差はかなり大きくなっている。これは気中に放置されても分

割練り混ぜの効果により乾燥の影響をあまり受けなかった為と考えられる。すなわち、分割して練り混ぜる方法で不透水性の膜を生成したGBFSをpH12以上の状態のセメントペースト中に混合することにより、GBFSの極初期の水和反応が促進されたと考えられる。

次に分割練り混ぜの効果の例として図-1に養生温度5℃における材令と圧縮強度の関係を示す。

図中の35kgf/cm²、及び50kgf/cm² はコンクリート標準示方書〔施工編〕に示されている脱型時圧縮強度の参考値である。35kgf/cm²、50kgf/cm² 時の各々の日数を読み取ると表-3の通りであり、各々の強度時の日数が分割して練り混ぜることにより短縮されていることが分かる。例えば、この表より35kgf/cm² の場合、NS₁ はNormal（高炉セメントを用いたコンクリート）よりも1.2日、HS₁ は1.4日、50kgf/cm² ではそれぞれ1.9日、2.1日短縮可能である。この原因として、GBFSの反応が5℃の低温下においても分割練り混ぜにより増進された為と考えられる。また混和剤に促進型を用いれば、その効果は更に上がることが分かる。

4. 結論

分割練り混ぜを用いた場合、早期の気中乾燥や低温などの養生条件下においても強度改善効果が認められた。すなわち、分割練り混ぜはGBFSの初期の反応を促進させる効果を確実に備えていると言える。ただし、表-1に見られるように混和剤Hを用いたものについては分割練り混ぜの効果があまり現れていず、この点については更に実験を進め検討を行う予定である。

参考文献：岡田、森山、長尾 “無塩化促進型減水剤を用いた高炉セメントコンクリートの初期強度に関する検討”
昭和62年度版土木学会西部支部研究発表会講演概要集
宮地、中島 “減水剤使用のコンクリートの混練り方法がコンクリートの性質に及ぼす影響について”
セメント技術年報Vol22 P344～348

表-2

供試体条件				コンクリート圧縮強度 (kgf/cm ²)				
℃	Add	混練り方法	養生方法	1day	3day	7day	28day	91day
20	N	同 S ₁ S ₂	A	21 29 24	119 134 123	189 219 207	393 397 370	515 480 502
20	N	同 S ₁ S ₂	B	21 29 24	125 147 150	214 234 225	367 378 336	429 409 377
20	N	同 S ₁ S ₂	C	21 29 24	119 134 123	206 247 218	405 427 394	496 454 420
20	N	同 S ₁ S ₂	D	21 29 24	119 134 123	189 219 207	371 420 395	506 470 421
20	N	後	A	11	113	220	390	491
20	H	同 S ₁ S ₂	A	48 50 39	137 143 122	224 227 194	398 374 341	524 394 471
20	H	同 S ₁ S ₂	B	48 50 39	165 147 140	255 229 222	390 391 330	513 391 361
20	H	後	A	33	115	182	343	468
5	N	同 S ₁	A	2 2	48 62	123 137	254 265	371 377
30	N	同 S ₁	A	57 91	159 193	259 270	437 436	533 478
5	H	同 S ₁	A	9 9	73 71	128 125	260 264	378 365
30	H	同 S ₁	A	85 85	186 152	282 276	445 375	500 497

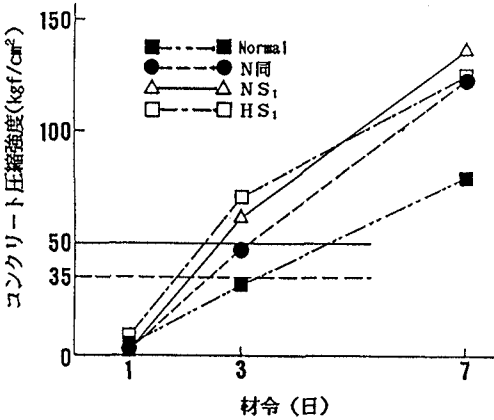


図-1 養生温度5℃の初期材令圧縮強度

表-3 養生温度5℃の場合の型
枠取り外しに要する日数

圧縮強度	Normal	N同	N分	H分
35kg/cm ²	3.3	2.5	2.1	1.9
50kg/cm ²	4.5	3.1	2.6	2.4