

高炉スラグ微粉末がコンクリートの自己収縮に及ぼす影響

広島大学工学部 正会員 田澤栄一 顧問組 三浦智哉
広島大学工学部 正会員 宮沢伸吾 広島大学大学院 学生会員 ○保利彰宏

【目的】

セメントの水和反応により生じるコンクリートの自己収縮ひずみは、セメントの種類や水結合材比などにより大きく異なることが明かとなっている。しかし高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの自己収縮量に関しては、未だ研究が行われていない。本研究では、高炉スラグ微粉末の粉末度とコンクリートの自己収縮との関係及び自己収縮と自己応力との関係に着目して実験を行った。また既往の複合則の自己収縮への適用性についても検討を行った。

【実験概要】

(1)使用材料及び配合

混和材として、粉末度の異なる(4060, 5920, 8010cm²/g)三種類の高炉スラグ微粉末を使用した。なお表1に今回の実験で使用した供試体の配合を示す。

(2)自己収縮の測定方法

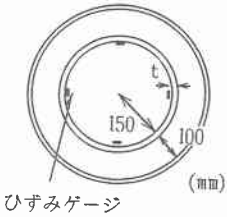
凝結以前から自己収縮を生じていると思われる水結合材比20%及び30%の供試体は、打設直後から予め端部に埋め込んだプラグにスプリング圧を極めて小さくしたダイヤルゲージの測定棒を接着して測定を行った。いずれの供試体も水分の逸散を防ぎ材齢24時間まで測定した。その後型枠から脱型し、乾燥を防ぐため直ちにアルミ泊粘着テープ(厚さ0.01mm)にて供試体全面をシールし、両側面にコンタクトチップを貼り精度1/1000mmのコンタクトゲージにて長期材齢の測定を行った。

(3)自己応力の測定方法

コンクリートの自己収縮を打ち込み直後から拘束することにより発生する自己応力が、プラスチック収縮ひび割れ発生に及ぼす影響を調べるため、図2に示す型枠を使用した。また、コンクリートの配合には、N20及びBS20(8000)を使用した。型枠の内円筒のみで自己収縮を拘束し、内円筒のひずみ測定値より内円筒に接する部分に生じる円周方向のコンクリートの自己応力を算出した。内円筒以外の部分には拘束が発生しないよう、テフロンシート(厚さ1mm)及びポリエステルフィルム(厚さ0.1mm)を敷き詰めた。また、測定中は打設面からの乾燥を防ぐため上面をポリエステルフィルム(厚さ0.1mm)及び濡れむしろで覆った。

表1

Name	W/(C+BS)	s/a	Unit content (kg/m ³)	Slump	Flow	Air Temp
(%)	(%)	C BS W	S O SP	(cm)	(%)	(°C)
N20	20	31 800	452 1044 480	-	55.0×56.0	3.3 23.0
BS20(4000)	20	31 400 400 160	442 1022 4.08	-	55.0×70.0	2.4 22.5
BS20(5920)	20	31 400 400 160	442 1022 3.84	-	55.0×65.0	2.0 23.5
BS20(8000)	20	31 400 400 160	442 1022 3.60	-	55.0×60.0	2.1 21.7
N30	30	37 567	590 1044 1.13	-	19.5	3.0 21.5
BS30(4000)	30	37 284 284 170	582 1029 0.91	-	21.0	2.1 23.0
BS30(5920)	30	37 284 284 170	582 1029 0.85	-	20.5	2.3 21.5
BS30(8000)	30	37 284 284 170	582 1029 0.79	-	19.0	2.3 21.5
N40	40	40 450	655 1021	2.70	12.5	4.1 20.5
BS40(4000)	40	40 225 225 180	649 1011	1.80 2.25	9.0	2.8 20.0
BS40(5920)	40	40 225 225 180	649 1011	1.80 2.25	10.0	3.0 18.0
BS40(8000)	40	40 225 225 180	649 1011	2.00 3.00	10.0	3.4 18.0



ひずみゲージ

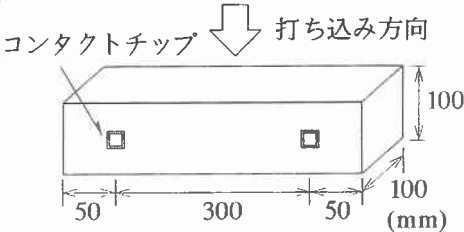


図1 自己収縮の測定方法



図2 拘束型枠

【結果及び考察】

図3に凝結時間と自己収縮との関係を示した。これを見ると凝結の始発以前にも自己収縮が生じていることが分かる。

図4は水結合材比が自己収縮に及ぼす影響を材齢28日において示したものである。水結合材比の減少にともない、自己収縮量が增大していることが分かる。また図5は、高炉スラグ微粉末の粉末度がコンクリートの自己収縮に与える影響を材齢28日において示したものであるが、高粉末度になるに従い自己収縮量が增大している。これらの原因は、水結合材比を小さくし、高粉末度の高炉スラグ微粉末を用いた事によるコンクリート硬化体組織の密実化にともなう、毛細管張力の増大であると考えられる。

コンクリートの自己応力に関する実験結果を図6に示す。N20は打設後約1時間頃から、またBS20(8000)は材齢24時間頃から自己応力が生じ始め、その後も材齢とともに大きくなっている。測定終了（およそ材齢120時間）までいずれの供試体にも目立ったひび割れは発生しなかったが、乾燥を受けなくとも自己収縮の拘束のみで非常に大きな自己応力が生じることが分かった。なお、図7は自己収縮と自己応力の時間的關係を示したものであるが、これを見るとBS20(8000)とN20は、自己応力が生じ始める材齢や増加する速度に大きな違いがある事が分かる。

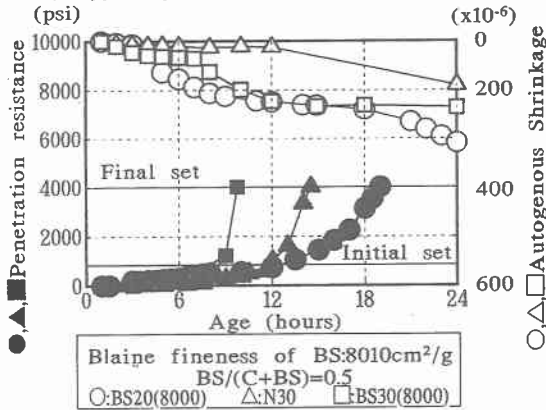


図3

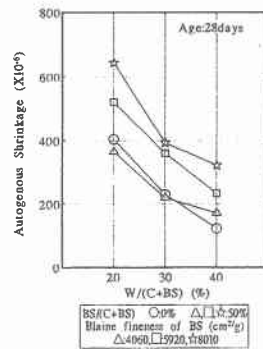


図4

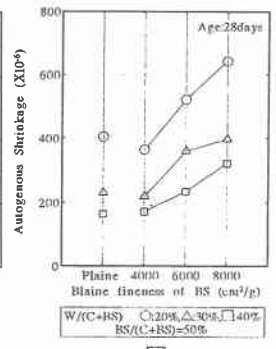


図5

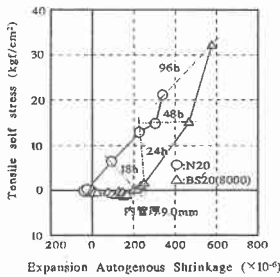


図7

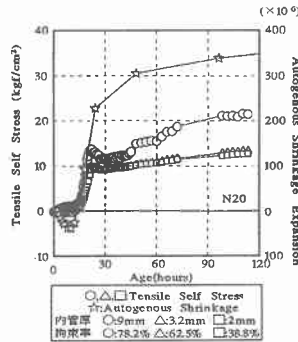
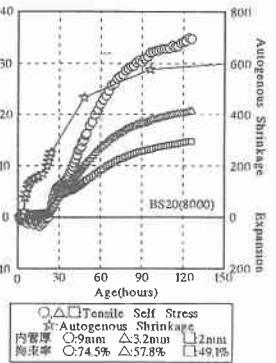


図6



【結論】

- (1) 高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートの自己収縮は、水結合材比が低くなる程、また高炉スラグ微粉末の粉末度が高くなる程大きくなることが明かとなった。
- (2) 自己収縮を打ち込み直後から拘束した場合、乾燥を受けなくとも非常に大きな自己応力が生じるため、今後もプラスチック収縮ひび割れ発生につながる主な原因の一つとして検討を続ける必要があると思われる。