

V-92

高炉スラグ系微粒子の注入性能に関する研究

太平工業(株) 正会員 荒 精一
 日本国有鉄道 正会員 小林 明夫
 新日本製鐵(株) 正会員 森山 容州
 太平工業(株) 正会員 松尾 実

1. はじめに

従来セメント系注入材料による注入工法では、一般にひびわれ幅2mm以上が対象とされ、それ以上のひびわれ幅に対しては注入が困難であるとされていた。本実験では、特別に微粉砕した高炉スラグ系微粒子を注入材料として使用することにより、2mm以下の微細なひびわれの注入性能を確認するとともに、普通ポルトランドセメント及びエポキシ樹脂との違いも調べた。

表-1 無機系材料の品質

	比 重	比重比表面積 (cm^2/g)	圧縮強度 (kgf/cm^2)			最大粒径平均粒径 (μ)	
			σ_3	σ_7	σ_{28}	(μ)	(μ)
BC-1	3.00	9200	191	319	525	10	4
BC-2	2.97	9300	165	298	540	10	4
N	3.15	3250	157	258	413	88~100	15~16

表-2 エポキシ樹脂の品質

	比 重	粘 度 (cP)	圧縮降伏強度 (kgf/cm^2)	圧縮弾性係数 (kgf/cm^2)	引張せん断強度 (kgf/cm^2)
E	1.15	500	500以上	1.0×10^4 以上	100以上

2. 実験方法及び条件

(1) PCコンクリート平板による実験(シリーズ1)

注入に用いた実験装置を図-1に示す。測定はフロー値(土木学会基準H-III-1 Pロートによる方法)、到達時間(注入開始からエア抜き口より注入材料があふれるまでの時間)、硬化体の目視判定を行なった。使用材料は、スラグ量72%(以下BC-1)とスラグ量85%(以下BC-2)の2種類の高炉スラグ系微粒子を用いた。比較材料として、普通ポルトランドセメント(以下N)と低粘性のエポキシ樹脂(以下E)を用いた。BC-1、BC-2及びNの品質を表-1に、Eの品質を表-2に示す。表-3に実験条件を示す。なお、BC-1及びBC-2はその重量に対して2%の収縮低減剤と1%の流動化剤を使用した。Nの配合は、表-3による実験の結果、最も注入性能が良いフロー値で注入を行なった。またEについては手押し式ポンプにより注入圧力2~5 kgf/cm^2 の一般的な方法で行なった。

(2) 既設コンクリート構造物による実験(シリーズ2)

既設コンクリート構造物(高さ1.2×厚さ0.9×幅7.0m)にあらかじめ水平及び鉛直方向に幅5~0.1mmのひびわれを生じさせ、注入口を表面ひびわれ幅5、3、1、0.5、0.3、0.2、0.1mmに設置し、3 kgf/cm^2 の一定圧力で、2分間連続注入を行なった。なお注入に先立って注入口以外の表面ひびわれはパテ材によりすべてシールを施した。注入材料はシリーズ1において注入性能の最も良いものを用いた。注入後1週間養生を行ない、各注入口の位置からコアを採取した。コアは表面より10cmピッチで切断して注入材の充填状況を確認した。

表-3 注入の要因と水準

要 因	水 準
A. 注 入 材	BC-1、BC-2
B. 水セメント比	50%、60%、70%
C. 前 処 理	無処理、水セメント比300%、水
D. 注入方向	水平
E. 注入圧力	3 kgf/cm^2 (一定)

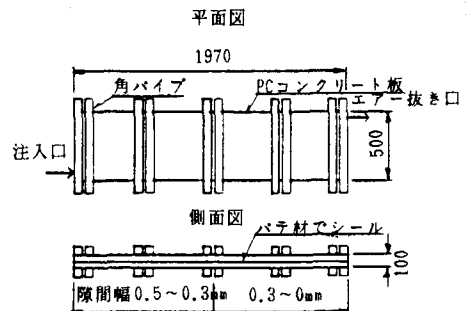


図-1 実験装置

3. 実験結果

(1) シリーズ1

図-2よりBC-1、BC-2を用いたフロー値は $W/C=60, 70\%$ では、両者の差はほとんど認められないが、 $W/C=50\%$ 場合は急激に増し、BC-2がBC-1よりも多少流動性が良いと言える。また図-3より前処理による到達時間の違いは $W/C=50, 60\%$ で認められるものの $W/C=70\%$ ではほとんど差は生じないことが分かる。注入後24時間でPCコンクリート平板をはがし、注入材の硬化体を観察すると前処理したものは所々に注入材と置き換わらなかったと思われる水跡が、直径 $0.3 \sim 20\text{mm}$ ほどの空隙となつて残っていた。また、 $W/C=70\%$ においてはすべてのものの一部に材料分離によると思われる空隙が見られた。 $W/C=60\%$ のBC-1、BC-2の前処理・無処理とも注入材は隅々まで良く充填されており到達時間は約30秒であった。最適条件は到達時間・硬化体・フロー値からBC-2の $W/C=60\%$ ・無処理の場合と判断した。ここでNを上記のBC-2のフロー値13秒に合せ、注入したところ、隙間幅 0.3mm の位置(注入口より約 800mm)で目詰りを起し、エアー抜き口まで到達しなかった。Eは到達時間3分40秒であり、隙間すべてに充填された。

(2) シリーズ2

ひびわれ幅 $5 \sim 3\text{mm}$ から注入の場合、コンクリート内部の注入口付近においてひびわれ方向に関係なくダレ現象による充填の部分が認められたが、 3mm 未満ではこの現象はまったく見られなかった。ひびわれ幅 $1 \sim 0.3\text{mm}$ からのものは、注入材は骨材周辺の微細ひびわれまで密に充填されており、 0.05mm のひびわれにも充填している事が確認できた。なお、 0.3mm 以上の表面ひびわれではすべて 900mm 末端まで到達した。写真-1は表面ひびわれ幅 1mm で、表面から 30cm のコア切断面である。表面ひびわれ幅 0.2mm では、注入口において目詰りが生じ注入にかなりの時間を要し未充填のコアが約 20% あった。表面ひびわれ幅 0.1mm では充填されたものでも表面からせいぜい 80mm 程度であった。

4. まとめ

高炉スラグ系微粒子は 2mm 以下のひびわれ注入に用いることが出来、特に表面ひびわれ幅が $1 \sim 0.3\text{mm}$ である場合に適しており、この時内部ひびわれ幅が 0.05mm であっても十分充填が可能であり、今後補修材料としての適応が考えられる。また、表面ひびわれ幅 3mm 以上あるいは 0.2mm 以下の場合、本試験では充填が不十分であったが、注入方法の改良等により十分可能であると思われる。高炉スラグ系微粒子の注入性能は普通ポルトランドセメントにくらべ著しく優れおり、エポキシ樹脂とはほぼ同等である。最後に、本実験に使用した材料を提供いただいた日鐵セメント(株)、実験に協力いただいた広畑鉦澤加工(株)の皆様に謝辞を表します。

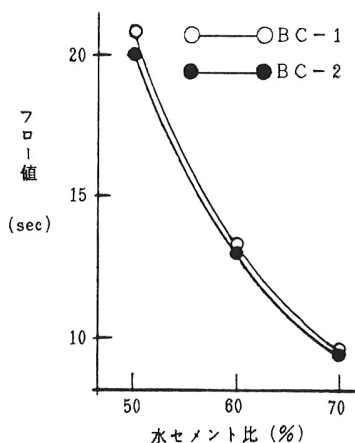


図-2 W/C-フロー値

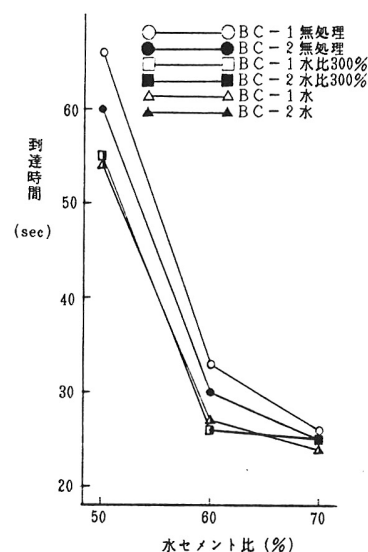


図-3 W/C-到達時間

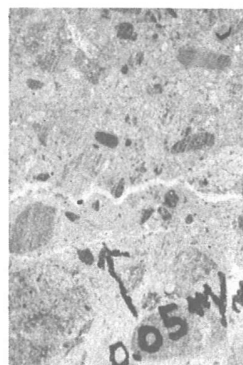


写真-1

<参考文献> 日本コンクリート工学協会 コンクリートのひびわれ調査補修指針