

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5126486号
(P5126486)

(45) 発行日 平成25年1月23日 (2013. 1. 23)

(24) 登録日 平成24年11月9日 (2012. 11. 9)

(51) Int. Cl.	F 1
C 0 9 K 3/00 (2006. 01)	C 0 9 K 3/00 M
B 0 2 C 19/18 (2006. 01)	B 0 2 C 19/18 D
E 0 4 G 23/08 (2006. 01)	E 0 4 G 23/08 G

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-170935 (P2007-170935)	(73) 特許権者	501173461
(22) 出願日	平成19年6月28日 (2007. 6. 28)		太平洋マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2009-7492 (P2009-7492A)		東京都江東区青海二丁目4番24号
(43) 公開日	平成21年1月15日 (2009. 1. 15)	(74) 代理人	100088719
審査請求日	平成22年4月14日 (2010. 4. 14)		弁理士 千葉 博史
		(72) 発明者	柴垣 昌範
			千葉県佐倉市大作二丁目4番2 太平洋マ
			テリアル株式会社開発研究所内
		審査官	中根 知大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超大孔径用静的破砕剤

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

遊離生石灰を主成分とした活性度が300ml以下の膨張物質を30～55質量%含有し、さらに骨材20～40質量%、セメント鉱物中のC₃Sが8質量%以上であるセメント5～50質量%を含有し、孔径80～110mmの超大孔径の孔中や隙間に充填して使用されることを特徴とする静的破砕剤。

【請求項 2】

膨張物質が遊離生石灰を50～70質量%含有し、該膨張物質の活性度が20～250mlである請求項1に記載する静的破砕剤。

【請求項 3】

膨張物質の含有量が35～55質量%であり、膨張物質の粉末度がブレン値2000～5000cm²/gである請求項1または請求項2に記載する静的破砕剤。

【請求項 4】

膨張物質の遊離生石灰量が55～65質量%である請求項1～請求項3の何れかに記載する静的破砕剤。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、およそ最大穿孔径110mmの超大孔径に充填して使用され、夏季などの高温環境下においても噴出の虞がなく、安全性および作業性に優れ、かつ破砕効果に優れた静

的破碎剤に関する。

【背景技術】

【0002】

岩石やコンクリート等の脆性物体を穿孔し、孔中に水性スラリー化させた膨張性破碎剤を充填注入し、水和過程で発生する膨張圧によって脆性物体を破碎することが行なわれている。膨張性破碎剤中の主な膨張性成分としては、遊離生石灰やカルシウムサルホアルミネート類等がある。このうち遊離生石灰は特に水和膨張力が大きく、強い破碎力が得られるが、水和発熱の蓄積により蒸気圧上昇を起し易く、これに伴う充填破碎剤の噴出を防ぐために、破碎剤の組成を調整したものが知られている。

【0003】

10

このような組成調整された破碎剤として、遊離生石灰をアリット ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) などのカルシウムシリケートと共存させたクリンカ組成物 (例えば、特許文献1参照)、硬焼生石灰にセメントや減水剤を加えたもの (例えば、特許文献2参照)、 CaO 原料と CaSO 原料を含む熱処理膨張物質に水硬性物質、凝結調整剤、および減水剤を加えたもの (例えば、特許文献3参照)、生石灰を主成分とする静的破碎剤に塩化物が添加されてなるもの (例えば、特許文献4参照) が知られている。

【0004】

しかし、従来の上記破碎剤は、孔径70mm以下に適用されるものであり、この孔径に使用することによって安全で適度な静的破碎効果を得るように形成されている。すなわち、従来の静的破碎剤は、一般に、レギュラー孔径タイプとして孔径30～40mm、大孔径タイプとして孔径50～70mmに適用される。

20

【0005】

しかしながら、従来の静的破碎剤を使用する孔径が30～68mm程度では、破碎のための穿孔数を非常に多く必要とし、クローラードリル等による穿孔作業あるいは充填作業に多くの人手と手間を要し、効率的に破碎することができない。このため、穿孔間隔を大きくして穿孔数を減じても、効率的に破碎することができる静的破碎剤が求められている。

【0006】

ところが、従来の静的破碎剤では、穿孔径80mm以上の超大孔径の孔中に破碎剤スラリーを充填して使用した場合、孔中における水和による蓄熱が大きくなり、鉄砲現象と呼ばれる噴出現象が生じる危険性が高く、安全面に大きな課題がある。そこで、穿孔径80～100mmに対応した静的破碎剤として、珪砂10～50質量%、生石灰30～45質量%、および急硬性物質10～50質量%からなる主材に、水和抑制剤、減水剤を含有させてなるもの (特許文献5参照) が知られている。しかし、この破碎剤は急硬性物質を含有しているため、施工環境温度によって作業性 (可使用時間) が著しく影響を受け、水和抑制剤、遅延剤等を環境下に合わせて配合変更し調整する問題点があり、また、高価な材料を用いるために製造コストが高くなる。

30

【特許文献1】特開昭55-142894号公報

【特許文献2】特公昭56-67059号公報

【特許文献3】特開平7-316531号公報

【特許文献4】特開平10-8024号公報

40

【特許文献5】特開昭59-75976号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、従来の上記問題を解決したものであり、活性度を抑えた膨張成分を骨材およびセメントと組合せ、特定の割合で含有させることによって、穿孔径80～110mmの超大孔径の孔中に充填しても、鉄砲現象が発生せず、安全に岩石やコンクリート等の脆性物体を破碎することができる静的破碎剤を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明は、以下に示す構成を有することによって上記課題を解決した、静的破碎剤に関する。

〔１〕遊離生石灰を主成分とした活性度が３００ｍｌ以下の膨張物質を３０～５５質量％含有し、さらに骨材２０～４０質量％、セメント鉱物中の C_2S が８質量％以上であるセメント５～５０質量％を含有し、孔径８０～１１０ｍｍの超大孔径の孔中や隙間に充填して使用されることを特徴とする静的破碎剤。

〔２〕膨張物質が遊離生石灰を５０～７０質量％含有し、該膨張物質の活性度が２０～２５０ｍｌである上記〔１〕に記載する静的破碎剤。

〔３〕膨張物質の含有量が３５～５５質量％であり、膨張物質の粉末度がブレン値２０００～５０００ cm^2/g である上記〔１〕または上記〔２〕に記載する静的破碎剤。

〔４〕膨張物質の遊離生石灰量が５５～６５質量％である上記〔１〕～上記〔３〕の何れかに記載する静的破碎剤。

【発明の効果】

【０００９】

本発明の静的破碎剤は、遊離生石灰を主成分とした活性度が３００ｍｌ以下の膨張物質を３０～５５質量％含有し、さらに骨材２０～４０質量％、セメント５～４０質量％を含有するので、これを水と練り混ぜスラリー化し、岩石やコンクリート等の脆性物体の穿孔に充填したときに、膨張物質が適度な活性度を有し、かつ膨張物質の含有量が所定の範囲に調整されているので、水和速度が適度に遅延された膨張性を有し、８０～１００ｍｍの超大孔径の穿孔において優れた破碎効果を得ることができる。

【００１０】

また、本発明の静的破碎剤は、超大孔径の穿孔に適用する際に、成分の再調整や混和剤の追加添加を必要とせず、１０～３５℃の環境下でも温度の影響を受け難く、噴出などを生じることがないので、安全性に優れている。

【００１１】

さらに、本発明の静的破碎剤は、超大孔径において優れた破碎効果を有するので、穿孔数を低減することができ、作業性に優れており、クローラードリル等による穿孔作業あるいは充填作業の人手と手間を省力化して効率的に破碎作業を行なうことができ、作業コストを低減するうえでも有利である。

【００１２】

また、岩石やコンクリート等のブレイカー等による重機破碎は、ビット径が８０～１００ｍｍの大孔径で穿孔される場合がある。この穿孔に本発明の静的破碎剤をスラリー化させ充填し、ブレイカー破碎と併用することにより、より作業効率性も向上し、騒音も防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１３】

以下、本発明を実施例と共に具体的に説明する。なお、％は特に示す場合および単位固有の場合を除き質量％である。

【００１４】

本発明の静的破碎剤は、遊離生石灰を主成分とした活性度が３００ｍｌ以下の膨張物質を３０～５５質量％含有し、さらに骨材２０～４０質量％、セメント５～５０質量％を含有することを特徴とする静的破碎剤である。

【００１５】

本発明の静的破碎剤に用いられる膨張物質は遊離生石灰を主成分とした活性度が３００ｍｌ以下のものである。上記活性度は４Ｎ-塩酸滴定法による活性度を云う。この４Ｎ-塩酸滴定法による膨張物質の活性度測定方法を以下に示す。

〔活性度測定方法〕

- (イ) 膨張物質を粗砕し、1 mm～2.5mmの粒度に調整する。
- (ロ) 5 Lビーカーに蒸留水4 Lを取り、 40 ± 2 °Cに温め、攪拌器を攪拌羽根がビーカー中央の底面から20 mmの間隔になるようにセットし、回転数350 rpmで攪拌させる。
- (ハ) フェノールフタレイン指示薬をビーカーに2～3滴を加える。
- (ニ) 粒度を調整した膨張物質100 gをビーカーに一度に入れて測定を開始する。
- (ホ) 測定開始後、1分経過毎に4 N-塩酸によりビューレットを用いて滴定する。
- (ヘ) 溶液が中和されて無色となった帯がビーカーの3 Lの目盛りを下回るまで滴定する。
- (ト) 滴定量を記録して10分間測定を行い、この間の4 N-塩酸の総滴定量(ml)を活性度とする。

10

【0016】

本発明の静的破碎剤に用いる膨張物質は上記活性度が300 ml以下の焼結度の高いものである。焼結度の高い硬焼の膨張物質は水和速度を適度に遅延し効果的な水和熱を発現し、岩盤やコンクリートの孔に有効的な壁圧を付与できるため、静的破碎剤に適する。

【0017】

活性度が300 mlを上回る膨張物質は、焼結度が高くないため初期の水和熱が大きく、これを超大孔径用の破碎剤に用いると水和熱の蓄熱によって孔口からの噴出の危険性がある。膨張物質の上記活性度は20～150 mlがより好ましい。膨張物質の活性度が20 ml未満の焼結度の高いものは、焼結に必要な熱量が多く、焼成時間もかかるので製造コストが嵩む。一方、活性度が150 mlを上回る膨張物質は、高温環境下で水和反応がやや促進され、作業性が確保し難くなる。

20

【0018】

本発明の静的破碎剤における膨張物質の含有量は30～55 %が好ましく、35～50 %がより好ましい。この含有量が30 %未満ではコンクリートや岩盤等を破碎するのに必要な膨張圧が得られず、55 %を超えると超大孔径の孔中に充填した破碎剤スラリーの水和熱が急激に高まり、孔口から噴出する場合があるので好ましくない。

【0019】

膨張物質の遊離生石灰量は50～70 %が好ましい。遊離生石灰量が50 %未満では、低温度下においてコンクリートや岩盤等を破碎するのに必要な膨張圧が得られ難く、70 %を超えると初期の水和熱が大きく、水和熱の蓄熱により、高温下において孔口から噴出の虞が高まるので適当ではない。安全で且つ効果的に膨張圧を発現させるために遊離生石灰量は55～65 %がより好ましい。

30

【0020】

膨張物質の成分は、遊離生石灰の他は特に限定されないが、 C_2S 、 C_3S などのカルシウムシリケート、 C_3A 、 CA 、 C_4AF などのカルシウムアルミネート類、 $CaSO_4$ が好ましく、膨張物質の遊離生石灰の反応を阻害しない範囲で不純物(MgO 、 K_2SO_4 など)が混入しているものでも良い。

【0021】

膨張物質の粒度は限定されない。一般に、クリンカ塊状物および粉碎した粉末として使用することができる。粉末度はブレン値 $2000 \sim 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ の範囲がより好ましい。ブレン値 $2000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 未満では、破碎剤スラリーを岩盤等の超大孔径の孔に充填したときに、標準温度(20 °C)以下では水和反応が遅延し、破碎不良あるいは破碎遅延を生じる傾向がある。また、ブレン値 $5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ を超えるものは、高温下において水和反応が促進され、作業時間の確保が難しくなる傾向があり、また初期に水和熱の蓄熱によって破碎剤スラリーが孔口から噴出しやすい傾向がある。

40

【0022】

膨張物質の原料は限定されない。 CaO 原料として生石灰、石灰石(炭酸カルシウム)、消石灰などが挙げられ、その他原料として珪石、石膏、ヘマタイト、アルミナ等が挙げられる。

【0023】

50

膨張物質の製造方法も限定されない。ロータリーキルンによる焼成や電気炉による溶融などによって原料を加熱して製造すればよい。原料の配合割合や不純物の含有量によって焼結性が変動するため、加熱温度は一様でないが、通常、1300～1500℃の範囲であればよい。

【0024】

本発明の静的破碎剤は上記膨張物質と共に骨材を含む。25℃以上の高温度下で、超大孔径の孔中に充填した破碎剤スラリーの熱拡散をスムーズにさせて噴出現象を防ぐためには、骨材の含有量は20～40%が適当である。骨材量が20%未満では、スラリーの熱がスムーズに拡散せず、また、相対的に膨張物質の含有量が多くなり、蓄熱性が高まるので、破碎剤スラリーが25℃以上の高温度下で孔中から噴出する場合がある。骨材量が40%を超えると、貧配合となり、材料分離を生じ、作業性を損ね、また相対的に膨張物質の量が少なく、破碎不良を招くので好ましくない。材料分離が著しくなると、部分的に膨張物質の含有率が高くなり、噴出現象が起こることがある。

10

【0025】

骨材として、例えば、川砂、陸砂、海砂、砕砂、珪砂、川砂利、陸砂利、碎石、人工骨材などを用いることができる。なお、骨材の種類は限定されないが、吸水率の大きい軽量骨材は好ましくない。

【0026】

本発明の静的破碎剤は、セメントを5～50%含む。この含有量のセメントを含むことにより、コンクリートや岩盤等の超大孔径の孔中に破碎剤スラリーを充填した場合、セメントの自硬性により充填孔の壁圧を高め、10℃以上の高温環境下で、48時間以内にコンクリートや岩盤等を破碎することができる。セメント量が5%未満では、10℃以下の低温環境下で破碎不良あるいは破碎遅延を招く虞があり、セメント量が50%を超えると、静的破碎剤に含まれる他の成分材料が少なくなり、破碎不良の虞があるので好ましくない。

20

【0027】

セメントは、セメント鉱物中の C_2S が8%以上のものが好ましく、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメント等が挙げられる。 C_2S を殆んど含有しないアルミナセメントやジェットセメント等の急硬性セメントを使用した場合は、施工環境温度による水和反応の違いによって作業性（可使用時間）が著しく影響を受け、水和抑制剤、遅延剤等を環境下に合わせて使用し、調整する必要があるので好ましくない。

30

【0028】

本発明の静的破碎剤には、膨脹物質、骨材、セメントの材料以外に、本発明の効果を損なわない範囲でモルタルやコンクリートに使用できる混和材料（例えば減水剤、高性能AE減水剤、AE減水剤、流動化剤を含む減水剤、遅延剤、硬化促進剤、増粘剤、水和熱抑制剤等）を添加することができる。

【実施例】

【0029】

以下、本発明の実施例を比較例と共に示す。

40

〔実施例1・比較例1〕

〔膨脹物質の調整〕

市販の生石灰、珪石、石膏、ヘマタイトを使用し、焼成後のクリンカの遊離生石灰量が40%、50%、60%、70%、80%になるように調合した混合物を最高焼成温度1450℃でロータリーキルンを用いて焼成し、活性度が20～400mlとなるように焼結させた。得られたクリンカを粉末度ブレン値で $3000 \pm 200 \text{ cm}^2/\text{g}$ に調整して膨脹物質とした。調整した膨脹物質の遊離石灰量および活性度を表1に示す。

【0030】

【表 1】

	遊離石灰量 (%)	活性度 (ml)
膨張物質 A	40	140
膨張物質 B	50	58
膨張物質 C	60	49
膨張物質 D	70	100
膨張物質 X	70	387*
膨張物質 E	80	250

(注) * は本発明の範囲から外れるもの

【0031】

表 1 の膨張物質に石灰石砂、普通セメント (C_2S 含有率 24%) をヘンシェルミキサーで混和して静的破碎剤とした。表 2 に調整した静的破碎剤を示す。

【0032】

【表 2】

	膨張物質の種類	静的破碎剤の成分 (%)		
		膨張物質	普通セメント	石灰石砂
実施例 1	A	55	25	20
実施例 2	B	40	40	20
実施例 3	B	55	5	40
実施例 4	C	30	40	30
実施例 5	C	43	27	30
実施例 6	D	35	30	40
実施例 7	D	30	30	35
実施例 8	D	30	50	20
実施例 9	E	30	30	40
比較例 1	B	25*	35	40
比較例 2	B	70*	0*	30
比較例 3	C	60*	10	30
比較例 4	C	41	4*	45*
比較例 5	D	25*	45	30
比較例 6	D	20*	60*	20
比較例 7	D	45	45	10*
比較例 8	X	40	20	40
比較例 9	E	30	20	50*
比較例 10	C+X	45	25	30

(注) 比較例 10 の C+X は C 50% と X 50% の混合物

* は本発明の範囲から外れるもの

【0033】

表 2 の破碎剤を用いて、作業性および安全性、破碎性の 3 項目について評価した。
以下に試験方法および評価方法を示す。その結果を表 3、表 4 に示す。

【0034】

〔作業性試験〕

(1) 試験方法

表 2 の破碎剤に水を 20 質量部加え、ハンドミキサーにより混練して破碎剤スラリーを調製した。練り混ぜ直後および練り混ぜ直後から 10 分経時変化後の破碎剤スラリーを J_{14} 漏斗流下時間の測定および触感によるスラリーの材料分離を確認した。 J_{14} 漏斗流下時間の測定方法は、「充てんモルタルの流動性試験方法」(JSCE-F 541) に準拠した。

(2) 評価方法

練り混ぜ直後および練り混ぜ直後から 10 分経過後の J_{14} 漏斗流下時間が、充填性に影響を及ぼさない流動性の指標となる、15 秒以下で、かつスラリーの材料分離およびコワバリが無く良好であることを評価基準とした。また、上記コワバリとは、破碎剤を練り混ぜたスラリーが、練り混ぜ直後から 10 分経過後までの間に流動性を損ない、練り混ぜ直後に J_{14} 漏斗流下時間が 15 秒以下であったものが、10 分経過後に 15 秒を超えるようになることを云う。

【0035】

〔安全性試験〕

(1) 試験方法

試験体として、中央部に実孔径 9.2 mm、孔長 900 mm の孔を設けた圧縮強度 100 N/mm^2 の高強度コンクリート試験体 ($1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$) を作成し、試験体の孔に表 2 の破碎剤 100 質量部に水を 20 質量部加え、ハンドミキサーにより混練した破碎剤スラリーを充填し、孔口からの噴出を確認した。一般に、噴出現象とは主成分である生石灰と水との反応による熱が蓄積し、その熱が被破碎体にスムーズに拡散せず、スラリー内部に蓄積されると内部温度が 100°C 以上に達する。そのスラリー中の自由水が水蒸気化し、充填孔内のスラリーが勢いよく孔口より噴出する。この噴出物は高温かつ強アルカリのため、顔に直撃した場合、失明、視力低下等の重症を負う危険性があり、噴出の有無は安全性の大きな指標である。

(2) 評価方法

充填したスラリーの孔口からの噴出の有無により評価した。

【0036】

〔破碎性試験〕

(1) 試験方法

試験体として、中央部に実孔径 9.2 mm、孔長 900 mm の孔を設けた圧縮強度 100 N/mm^2 の高強度コンクリート試験体 ($1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$) を作成し、試験体の孔に表 2 の破碎剤 100 質量部に水を 20 質量部加え、ハンドミキサーにより混練した破碎剤スラリーを充填し、亀裂発生時間および破碎状況を確認した。

(2) 評価方法

24 時間以内にコンクリート試験体を破碎したものを◎、48 時間以内に破碎したものを○、破碎不良のものあるいは破碎に 48 時間以上を要したものは×とした。

【0037】

本発明に係る静的破碎剤の実施例 (1~9) は 10°C 、 20°C 、 30°C の各環境温度において何れも良好な作業性が確認され、なかでも実施例 3~8 は、 30°C の高温環境下においても、十分な作業性を確保することができた。破碎性および安全性についても、本発明に係る静的破碎剤の実施例 (1~9) は何れも各環境温度において、48 時間以内に破碎でき、噴出も認められず良好な安全性が確認された。

【0038】

一方、破碎剤中の膨張物質の割合が 55 % を上回る比較例 (2、3)、石灰砂の割合が 20 % 未満の比較例 7、または 40 % を超える比較例 (4、9)、活性度が 300 ml を超えた膨張物質を使用した比較例 8 は、何れも 30°C 環境下において噴出現象を生じ、安全

10

20

30

40

50

性および破碎性に課題が残った。また、石灰砂の割合が40%を超えている比較例(4、9)は顕著な材料分離が認められた。

【0039】

一方、破碎剤中の膨張物質の割合が30%未満の比較例(1、5、6)は何れも環境温度において破碎不良が認められた。また、活性度が49mlの膨張物質Cを混合した比較例(3、4)、は30℃環境下において破碎不良が認められた。一方、活性度が387mlの膨張物質Xを使用した比較例10は30℃環境下で、コワバリが発生し、かつ噴出も認められ、安全性、破碎性に課題が残った。

【0040】

【表3】

〔作業性試験〕

	10℃			20℃			30℃		
	材料分離・ コワバリ有無	J ₁₄ 漏斗流下時間 (秒)		材料分離・ コワバリ有無	J ₁₄ 漏斗流下時間 (秒)		材料分離・ コワバリ有無	J ₁₄ 漏斗流下時間 (秒)	
		混練 直後	混練10分 経過後		混練 直後	混練10分 経過後		混練 直後	混練10分 経過後
実施例1	無	7.6	10.9	無	7.3	11.6	無	7.4	14.7
実施例2	無	7.1	10.5	無	7.0	11.1	無	6.9	14.1
実施例3	無	5.5	9.1	無	5.1	9.0	無	5.0	12.4
実施例4	無	6.2	8.6	無	6.0	8.5	無	5.7	13.5
実施例5	無	6.5	8.3	無	6.1	8.0	無	5.6	11.9
実施例6	無	5.5	6.8	無	5.2	6.8	無	5.0	10.2
実施例7	無	6.7	7.0	無	6.0	7.2	無	5.8	11.8
実施例8	無	7.3	10.0	無	7.0	9.8	無	6.5	12.5
実施例9	無	6.4	9.4	無	6.5	9.5	無	6.9	14.8
比較例1	無	5.2	9.2	無	5.0	8.9	無	5.0	11.9
比較例2	無	7.3	11.9	無	7.0	11.4	無	8.0	13.9
比較例3	無	7.4	11.9	無	6.9	11.2	無	7.3	12.9
比較例4	材料分離有	5.3	5.4	材料分離有	4.9	5.0	材料分離有	4.6	5.2
比較例5	無	6.2	7.0	無	8.0	12.8	無	7.4	16.4
比較例6	無	5.9	6.1	無	6.1	5.4	材料分離有	4.2	5.0
比較例7	無	6.1	9.3	無	5.9	9.3	コワバリ有	8.8	測定不能
比較例8	無	6.4	9.2	無	6.1	9.0	コワバリ有	8.8	19.2
比較例9	材料分離有	5.1	5.2	材料分離有	5.0	5.2	材料分離有	4.5	測定不能
比較例10	無	6.6	9.9	無	8.2	11.0	コワバリ有	8.9	18.2

(注) ※測定不能：流動性が失われたスラリーがJ₁₄漏斗内に詰まり、計測が不可能な状態

【0041】

【表 4】

〔安全性試験・破砕性試験〕

	安全性試験 噴出の有無			破砕性試験					
				亀裂発生時間 (時間)			破砕状況		
	10℃	20℃	30℃	10℃	20℃	30℃	10℃	20℃	30℃
実施例 1	無	無	無	34	26	25	○	○	○
実施例 2	無	無	無	30	21	20	○	◎	◎
実施例 3	無	無	無	24	19	15	◎	◎	◎
実施例 4	無	無	無	23	16	15	◎	◎	◎
実施例 5	無	無	無	20	15	9	◎	◎	◎
実施例 6	無	無	無	20	16	10	◎	◎	◎
実施例 7	無	無	無	21	16	10	◎	◎	◎
実施例 8	無	無	無	20	17	9	◎	◎	◎
実施例 9	無	無	無	16	13	7	◎	◎	◎
比較例 1	無	無	無	48以上	48以上	48以上	×	×	×
比較例 2	無	無	有	28	21	(噴出)	○	◎	×
比較例 3	無	無	有	19	19	(噴出)	◎	◎	×
比較例 4	無	無	有	48以上	48以上	(噴出)	×	×	×
比較例 5	無	無	無	48以上	48以上	48以上	×	×	×
比較例 6	無	無	無	48以上	48以上	48以上	×	×	×
比較例 7	無	無	有	17	16	(噴出)	◎	◎	×
比較例 8	無	無	有	17	15	(噴出)	◎	◎	×
比較例 9	無	無	有	48以上	48以上	(噴出)	×	×	×
比較例 10	無	無	有	15	14	(噴出)	◎	◎	×

【0042】

〔実施例 2・比較例 2〕

最も好ましいと思われる本発明の実施例 5 の静的破砕剤を使用して外気温 35℃ の環境下における評価試験を実施した。評価試験は、実孔径 9.2mm、孔長 3m の孔を碎石場の岩盤に 1000mm ピッチで穿孔し、スラリー化した本発明の静的破砕剤を充填し、作業性および安全性、破砕性を確認した。試験および評価方法は上記したとおりである。なお、孔内温度測定部位は孔長 3m の中間部位とした。評価試験結果を表 5 に示す。

【0043】

表 5 に示すように、本発明の静的破砕剤（実施例 4）は、35℃ の高温環境条件下において、良好な作業性を確保し、孔内最高温度も 50℃ 以下であり、噴出もなく十分な安全性が確認された。さらに破砕性においても 24 時間以内に良好な破砕が認められた。

【0044】

【表 5】

	作業性試験			安全性試験	破碎性試験	
	材料 分離	J ₁₄ 漏斗流下時間（秒）			亀裂発生 時間(時間)	破碎状況
		混練直後	混練10分経過後			
実施例 4	無	6.0	12.1	無	12	◎

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-109786 (JP, A)
特開昭58-160384 (JP, A)
特開2004-261722 (JP, A)
特開2004-261723 (JP, A)
特開昭62-195074 (JP, A)
特開昭62-149783 (JP, A)
特開昭59-162960 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C09K 3/00
B02C 19/18
E04G 23/00-23/08
E21C 25/00-37/26,
45/00-45/08,
50/00-50/02