

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-14052
(P2017-14052A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
C O 4 B	28/02	(2006.01)	C O 4 B 28/02
C O 4 B	14/02	(2006.01)	C O 4 B 14/02 Z
C O 4 B	22/10	(2006.01)	C O 4 B 22/10
C O 4 B	24/38	(2006.01)	C O 4 B 24/38 A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2015-131579 (P2015-131579)
(22) 出願日 平成27年6月30日 (2015.6.30)

(71) 出願人 000000549
株式会社大林組
東京都港区港南二丁目15番2号
(71) 出願人 595072686
常磐共同火力株式会社
東京都千代田区神田須田町一丁目1番地
(71) 出願人 514030104
三菱日立パワーシステムズ株式会社
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(74) 代理人 100097113
弁理士 堀 城之
(74) 代理人 100162363
弁理士 前島 幸彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンクリート、コンクリート構造物及びコンクリートの製造方法

(57) 【要約】

【課題】石炭灰溶融スラグをコンクリート用細骨材の一部として使用しても、十分な品質を得ることができるコンクリート、コンクリート構造物及びコンクリートの製造方法を提供する。

【解決手段】セメント、細骨材及び混和材料を含有するコンクリートであって、細骨材として、石炭灰溶融スラグと、石炭灰溶融スラグよりも粗粒率が小さく且つ吸水率が大きい、細骨材中の体積比で50%以上を占める普通骨材（陸砂）とが少なくとも使用され、混和材料の少なくとも一部として、増粘剤（増粘剤一液タイプの高性能A E減水剤（V）、石灰石微粉末（LS）、セルローズ系増粘剤（V2）のいずれか）が使用されている。

【選択図】図2

試験体	S1 : S2	混和材料	スランブ (cm)	空気量 (%)	ブリーディング (%)
No. 1	100 : 0	WR	9.0	4.6	4.1
No. 2	0 : 100	WR	崩れ (計測不能)	3.2	—
No. 3	50 : 50	WR	9.0	4.9	7.5
No. 4	30 : 70	V	一部崩れ (10.5)	6.4	3.4
No. 5	50 : 50	V	7.0	4.3	3.8
No. 6	50 : 50	WR+LS	6.0	4.0	3.2
No. 7	50 : 50	SP+V2	6.0	3.8	3.8

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セメント、細骨材及び混和材料を含有するコンクリートであって、
前記細骨材として、石炭灰溶融スラグと、当該石炭灰溶融スラグよりも粗粒率が小さく且つ吸水率が大きい、前記細骨材中の体積比で50%以上を占める普通骨材とが少なくとも使用され、

前記混和材料の少なくとも一部として、増粘剤が使用されていることを特徴とするコンクリート。

【請求項 2】

前記増粘剤は、増粘剤一液タイプの高性能 A E 減水剤であることを特徴とする請求項 1 記載のコンクリート。

【請求項 3】

前記増粘剤は、石灰石微粉末であり、前記普通骨材として前記細骨材中の体積に置換されていることを特徴とする請求項 1 記載のコンクリート。

【請求項 4】

前記増粘剤は、セルロース系増粘剤であることを特徴とする請求項 1 記載のコンクリート。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のコンクリートによって構築されたことを特徴とするコンクリート構造物。

【請求項 6】

セメント、細骨材及び混和材料を含有するコンクリートの製造方法であって、
石炭ガス化複合発電で副産される石炭灰溶融スラグを抽出する抽出工程と、
前記細骨材として、前記抽出工程によって抽出した粒度無調整の前記石炭灰溶融スラグと、前記石炭灰溶融スラグよりも粗粒率が小さく且つ吸水率が大きい、前記細骨材中の体積比で50%以上を占める普通骨材とを使用すると共に、前記混和材料の少なくとも一部として増粘剤を使用し、前記セメントと前記細骨材と前記混和材料とを混合する混合工程とを有することを特徴とするコンクリートの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、石炭灰溶融スラグ（IGCCスラグ）を細骨材として用いたコンクリート、コンクリート構造物及びコンクリートの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発電効率を向上するために新たに開発された石炭ガス化複合発電（IGCC：Integrated coal Gasification Combined Cycle）においては、発電システムの構成上、粒径5～10mm以下の石炭灰溶融スラグ（IGCCスラグ）が副産される。石炭灰溶融スラグを有効活用するにあたり、コンクリート用細骨材としての利用が検討されている（例えば、非特許文献1、2参照）。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】土木学会第66回年次学術講演会（平成23年度）、土木学会年次学術講演会講演概要集、6-197、P393～394

【非特許文献2】コンクリート工学年次論文集、Vol.32、No.1、2010、P77～82

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

しかしながら、石炭灰溶融スラグは、一般的に使用されているコンクリート用細骨材と比較して粗粒率が大きく吸水率が低い。従って、石炭灰溶融スラグをコンクリート用細骨材として使用すると、フレッシュコンクリートのワーカビリティの低下や、ブリーディングの増加を引き起こし、十分な品質を得ることができなかつた。

また、非特許文献 2 には、石炭灰溶融スラグを粒度調整することが記載されており、石炭灰溶融スラグをコンクリート用細骨材として使用するためには、煩雑な前処理が必要であった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、上述の課題を解消し、石炭灰溶融スラグをコンクリート用細骨材の一部として使用しても、十分な品質を得ることができ

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の請求項 1 に係るコンクリートは、セメント、細骨材及び混和材料を含有するコンクリートであって、前記細骨材として、石炭灰溶融スラグと、当該石炭灰溶融スラグよりも粗粒率が小さく且つ吸水率が大きい、前記細骨材中の体積比で 5 0 % 以上を占める普通骨材とが少なくとも使用され、前記混和材料の少なくとも一部として、増粘剤が使用されていることを特徴とする。

この発明によれば、石炭灰溶融スラグをコンクリート用細骨材の一部として使用しても、フレッシュコンクリートのワーカビリティが低下することなく、ブリーディングも抑制することができ、十分な品質が得られる。さらに、石炭灰溶融スラグを、前処理することなく粒度無調整で使用することができ、コンクリートの製造工程を短縮することができる。

20

さらに、本発明の請求項 2 に係るコンクリートは、前記増粘剤は、増粘剤一液タイプの高性能 A E 減水剤あることを特徴とする。

この発明によれば、普通骨材を 1 0 0 % 使用した場合に比較して圧縮強度が同等以上になると共に、自己収縮及び乾燥収縮は小さくなり、ひび割れ抵抗性が大きくなる。

さらに、本発明の請求項 3 に係るコンクリートは、前記増粘剤は、石灰石微粉末であり、前記普通骨材として前記細骨材中の体積に置換されていることを特徴とする。

30

この発明によれば、普通骨材を 1 0 0 % 使用した場合に比較して圧縮強度が同等以上になると共に、自己収縮及び乾燥収縮は小さくなり、ひび割れ抵抗性が大きくなる。

さらに、本発明の請求項 4 に係るコンクリートは、前記増粘剤は、セルローズ系増粘剤であることを特徴とする。

この発明によれば、普通骨材を 1 0 0 % 使用した場合に比較して圧縮強度が同等以上になると共に、自己収縮及び乾燥収縮は小さくなり、ひび割れ抵抗性が大きくなる。

また、本発明の請求項 5 に係るコンクリート構造物は、上述のコンクリートによって構築されたことを特徴とする。

この発明によれば、普通骨材を 1 0 0 % 使用した場合に比較して圧縮強度が同等以上で、且つ自己収縮及び乾燥収縮は小さく、ひび割れ抵抗性が大きいコンクリートによってコンクリート構造物を構築することができる。

40

また、本発明の請求項 6 に係るコンクリートの製造方法は、セメント、細骨材及び混和材料を含有するコンクリートの製造方法であって、石炭ガス化複合発電で副産される石炭灰溶融スラグを抽出する抽出工程と、前記細骨材として、前記抽出工程によって抽出した粒度無調整の前記石炭灰溶融スラグと、前記石炭灰溶融スラグよりも粗粒率が小さく且つ吸水率が大きい、前記細骨材中の体積比で 5 0 % 以上を占める普通骨材とを使用すると共に、前記混和材料の少なくとも一部として増粘剤を使用し、前記セメントと前記細骨材と前記混和材料とを混合する混合工程とを有することを特徴とする。

この発明によれば、石炭灰溶融スラグを、前処理することなく粒度無調整で使用することで、コンクリートの製造工程を短縮することができる。

50

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、石炭灰溶融スラグをコンクリート用細骨材の一部として使用しても、フレッシュコンクリートのワーカビリティが低下することなく、ブリーディングも抑制することができ、十分な品質が得られるという効果を奏する。さらに、本発明によれば、石炭灰溶融スラグを、前処理することなく粒度無調整で使用することができ、コンクリートの製造工程を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明に係るコンクリートの実施の形態を含む複数の試験体の配合を説明する図である。

10

【図2】図1に示す各試験体のフレッシュ性状を説明する図である。

【図3】図1に示す各試験体に対する圧縮強度試験の試験結果を説明する図である。

【図4】図1に示す各試験体に対する自己収縮試験の試験結果を説明する図である。

【図5】図1に示す各試験体に対する乾燥収縮による長さ変化試験の試験結果を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

次に、本発明を実施するための形態（以下、単に「実施の形態」という）を、図面を参照して具体的に説明する。

20

【0010】

本実施の形態のコンクリートは、セメント、細骨材及び混和材料を含有するコンクリートであり、細骨材として石炭灰溶融スラグと普通骨材である陸砂とを少なくとも使用し、細骨材全体に対する陸砂の比率を、体積比で50%以上に設定している。石炭灰溶融スラグは石炭ガス化複合発電で副産され、石炭ガス化複合発電から抽出した粒度無調整の石炭灰溶融スラグを細骨材として使用する。陸砂は、石炭灰溶融スラグよりも粗粒率が小さく且つ吸水率が大きい。なお、陸砂に代えて、同じく普通骨材である海砂、川砂、山砂、砕石、高炉スラグを細骨材として用いても良い。

【0011】

また、本実施の形態のコンクリートは、混和材料の少なくとも一部として、セメントペーストに粘性を付与する増粘剤を使用する。そして、セメントと、細骨材（石炭灰溶融スラグ+体積比で50%以上の陸砂）と、混和材料（少なくとも一部に増粘剤）とを水と共に混合してコンクリートを製造する。増粘剤としては、増粘剤一液タイプの高性能AE減水剤や、石灰石微粉末や、セルローズ系増粘剤を用いることができる。なお、石灰石微粉末を増粘剤として用いる場合には、石灰石微粉末の体積を普通骨材として陸砂の体積に置換することができる。

30

【0012】

次に、図1に示す試験体No.1~No.7とその配合について説明する。

試験体No.1は、普通骨材である陸砂（S1：千葉県木更津産）を細骨材として100%使用したコンクリートであり、これをベースとし、細骨材を任意の割合で石炭灰溶融スラグ（S2）に置き換えた場合の性状を比較した。試験体No.5~No.7が本実施の形態のコンクリートである。石炭灰溶融スラグ（S2）の物性は、表乾密度 2.72 g/cm^3 、吸水率0.37%、粗粒率3.63、実績率58.3%であった。また、陸砂（S1）の物性は、表乾密度 2.61 g/cm^3 、吸水率1.97%、粗粒率2.64、実績率68.8%であった。

40

【0013】

試験体No.2では細骨材として石炭灰溶融スラグ（S2）を100%使用した。試験体No.3、No.5~No.7では、細骨材の配合割合を石炭灰溶融スラグ（S2）50%：陸砂（S1）50%とした。試験体No.4では、細骨材の配合割合を石炭灰溶融スラグ70%：陸砂（S1）30%とした。なお、石炭灰溶融スラグ（S2）は、石炭ガス

50

化複合発電（IGCC：Integrated coal Gasification Combined Cycle）で副産される溶融スラグであり、加工時に水に急冷することで細かく碎かれる水破方式（水砕方式とも言う）によって生産された物を用いる。石炭ガス化発電施設では、石炭を1,600の高温で燃焼するため、全ての結晶鉱物が溶融する。そのため、燃焼残渣は、冷やすだけで非晶質のスラグになり、粒径が整った、粒径が砂～礫状のほぼ均等な粒子で構成された石炭灰溶融スラグ（S2）が得られる。この石炭灰溶融スラグ（S2）は、原料（燃料）が石炭のみであり、燃焼残渣に含まれる石灰の割合が低く、1,600°Cの高温溶融の影響で物質としての安定性が高い。従って、石炭灰溶融スラグ（S2）は、水と接触して溶出する成分が極めて少なく、有害物質の溶出がほとんどない安全な物質である。

【0014】

試験体No.1～No.7において、水（W）は水道水、セメント（C）は普通ポルトランドセメント、粗骨材は碎石5～20mm（東京青梅産）をそれぞれ使用した。

【0015】

ベースとした試験体No.1のコンクリートは水セメント比（W/C）0.55、単位水量（W）158kgとした。そして、練り上がり5分後で目標スランプ8cm、目標空気量4.5%±1.0%とし、目標スランプをできるだけ満足するように、試験体No.2～No.7のコンクリートは、細骨材率s/a及び単位水量（W）を必要に応じて調整した

【0016】

また、石炭灰溶融スラグ（S2）の吸水率が小さいことなどに起因する材料分離やブリーディングの増加を抑制する対策として、試験体No.4～No.7には、混和材料の一部として、セメントペーストに粘性を付与する増粘剤を使用した。試験体No.1～No.3では混和材料として、AE減水剤（WR）であるBASFジャパン株式会社製「マスターポゾリスNO.70」を使用した。試験体No.1～No.3において、AE減水剤（WR）の使用量はセメント（C）の1.00%とした。また、試験体No.4～No.5では混和材料として、増粘剤一液タイプの高性能AE減水剤（V）である花王株式会社製「マイティ3000V」を使用した。試験体No.4～No.5において、高性能AE減水剤（V）の使用量はセメント（C）の0.70%とした。さらに、試験体No.6では混和材料として、AE減水剤（WR）と共に、石灰石微粉末（LS）である太平洋セメント株式会社製「タンカル」を増粘剤として使用した。なお、石灰石微粉末（LS）は、セメント重量の15%とし、普通骨材として陸砂（S1）の体積に置換した。試験体No.6において、AE減水剤（WR）の使用量はセメント（C）の0.25%とし、石灰石微粉末（LS）の使用量はセメント（C）の15.00%とした。さらに、試験体No.7では混和材料として、高性能AE減水剤（SP）である竹本油脂株式会社製「HP-11」とセルロース系増粘剤（V2）である信越化学工業株式会社製「SFCA2000」を使用した。試験体No.7において、高性能AE減水剤（SP）の使用量はセメント（C）の0.70%とし、セルロース系増粘剤（V2）の使用量は200g/cm³とした。

【0017】

フレッシュ性状の試験項目は、スランプ（JISA1101）、空気量（JISA1128）及びブリーディング率（JISA1123）とした。そして、フレッシュ性状を満足した試験体についてコンクリートの硬化性状を比較した。硬化性状の試験項目は、圧縮強度試験（JISA1132、JISA1108）、自己収縮試験（JCI-SAS2）及び乾燥収縮による長さ変化試験（JISA1129-3）とした。

【0018】

フレッシュコンクリートの試験結果を図2に示す。

細骨材として石炭灰溶融スラグを100%使用した試験体No.2は、細骨材率s/a及び単位水量（W）を増加してもコンシステンシーが失われ、スランプは崩れて計測不能となった。スランプコーンを抜いてもなくコンクリートが崩れたため、一般のコンクリートとして使用できないと考えられる。また、細骨材として石炭灰溶融スラグ（S2）と

10

20

30

40

50

陸砂 (S1) とを 50 : 50 で混合した試験体 No. 3 は、単位水量をベースより $7 \text{ kg} / \text{m}^3$ 大きい $165 \text{ kg} / \text{m}^3$ としたものの、スランブは同等で良好なコンシステンシーが得られた。細骨材として石炭灰溶融スラグ (S2) と陸砂 (S1) とを 70 : 30 で混合した試験体 No. 4 は、材料分離抵抗性を付与するために増粘剤一液タイプの高性能 AE 減水剤 (V) を添加したにもかかわらず、スランブで一部が崩れ、コンシステンシーが失われた。以上より、ベースである試験体 No. 1 と遜色ないコンシステンシーを得るためには、普通骨材である陸砂 (S1) の使用量を細骨材全体の 50% 以上とし、石炭灰溶融スラグ (S2) の使用量を細骨材全体の 50% 以下と必要があることが明らかになった。すなわち、石炭灰溶融スラグ (S2) を細骨材の一部として使用する場合、50% 以上の普通骨材と混合することで、良好なコンシステンシーが得られる。

10

【0019】

試験体 No. 3 では、ブリーディング率が 7.5% と著しく大きくなった。これに対し、同じ細骨材が配合割合である試験体 No. 5 ~ No. 7 (本実施の形態のコンクリート) では、ブリーディング率はベースである試験体 No. 1 と同等以下となった。試験体 No. 5 には増粘剤一液タイプの高性能 AE 減水剤が、試験体 No. 6 には石灰石微粉末が、試験体 No. 7 にはセルロース系増粘剤がそれぞれ増粘剤として使用されていることで、ブリーディングが抑制されたと考えられる。従って、石炭灰溶融スラグ (S2) を細骨材として使用する場合、混和材料の少なくとも一部として増粘剤を使用し、セメントペーストに粘性を付与することが有効であることが示された。すなわち、石炭灰溶融スラグ (S2) を細骨材の一部として使用する場合、増粘剤一液タイプの高性能 AE 減水剤、石灰石微粉末又はセルロース系増粘剤を増粘剤として使用することで、ブリーディング量は普通コンクリートと同等以下となる。

20

【0020】

次に、フレッシュ性状を満足した試験体 No. 1、No. 3、No. 5 ~ No. 7 について硬化性状の試験を行った。圧縮強度試験の試験結果を図 3 に、自己収縮試験の試験結果を図 4 に、乾燥収縮による長さ変化試験の試験結果を図 5 にそれぞれ示す。

石炭灰溶融スラグ (S2) を細骨材として使用した試験体 No. 3、No. 5 ~ No. 7 のいずれでも、ベースである試験体 No. 1 と比較して圧縮強度が同等か高く、自己収縮および乾燥収縮は同等以下となった。以上より、細骨材の一部に石炭灰溶融スラグ (S2) を配合したコンクリートは、強度性状及び収縮性状において普通骨材を 100% 使用したコンクリートに比べて遜色ないことが示された。すなわち、石炭灰溶融スラグ (S2) を細骨材の一部として使用する場合、圧縮強度は普通コンクリートと同等かそれ以上となり、自己収縮および乾燥収縮は小さくなる傾向にあるので、ひび割れ抵抗性が大きくなる。

30

【0021】

以上説明したように、本実施の形態は、セメント、細骨材及び混和材料を含有するコンクリートであって、細骨材として、石炭灰溶融スラグ (S2) と、石炭灰溶融スラグ (S2) よりも粗粒率が小さく且つ吸水率が大きい、細骨材中の体積比で 50% 以上を占める普通骨材 (陸砂) とが少なくとも使用され、混和材料の少なくとも一部として、増粘剤 (増粘剤一液タイプの高性能 AE 減水剤 (V)、石灰石微粉末 (LS)、セルロース系増粘剤 (V2) のいずれか) が使用されている。

40

この構成により、石炭灰溶融スラグ (S2) をコンクリート用細骨材の一部として使用しても、フレッシュコンクリートのワーカビリティが低下することなく、ブリーディングも抑制することができ、十分な品質が得られる。さらに、石炭灰溶融スラグを、前処理することなく粒度無調整で使用することができ、コンクリートの製造工程を短縮することができる。また、混和材料の少なくとも一部として、増粘剤 (増粘剤一液タイプの高性能 AE 減水剤 (V)、石灰石微粉末 (LS)、セルロース系増粘剤 (V2) のいずれか) を使用することで、普通骨材を 100% 使用した場合に比較して圧縮強度が同等以上になると共に、自己収縮及び乾燥収縮は小さくなり、ひび割れ抵抗性が大きくなる。

【0022】

50

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素の組み合わせ等にいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

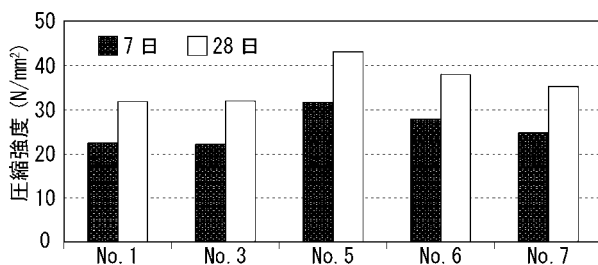
【 図 1 】

試験体	W/C	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						S1 : S2	混和材料 (C × %)
			W	C	LS	S1	S2	G		
No. 1		44.0	158	287	—	811	—	1048	100 : 0	WR (1.00)
No. 2		49.0	168	305	—	—	920	933	0 : 100	WR (1.00)
No. 3	0.55	46.5	165	300	—	422	440	985	50 : 50	WR (1.00)
No. 4		47.5	158	287	—	271	629	982	30 : 70	V (0.70)
No. 5		46.5	165	300	—	432	432	982	50 : 50	V (0.70)
No. 6		45.2	165	300	45	388	432	982	50 : 50	WR (0.25) + LS (15.00)
No. 7		46.5	165	300	—	432	432	982	50 : 50	SP (0.70) + V2 : 200g/m ²

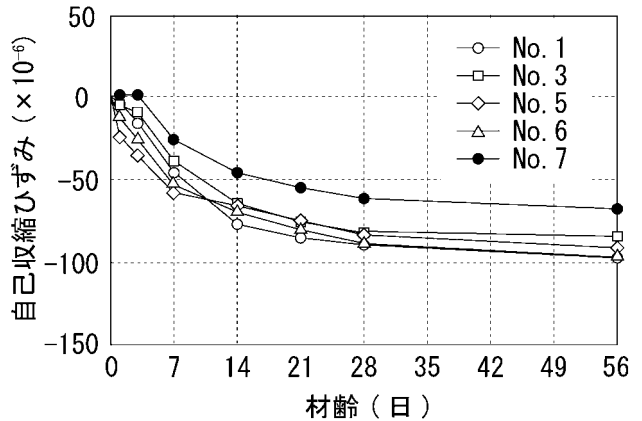
【 図 2 】

試験体	S1 : S2	混和材料	スランプ (cm)	空気量 (%)	ブリーディング (%)
No. 1	100 : 0	WR	9.0	4.6	4.1
No. 2	0 : 100	WR	崩れ (計測不能)	3.2	—
No. 3	50 : 50	WR	9.0	4.9	7.5
No. 4	30 : 70	V	一部崩れ (10.5)	6.4	3.4
No. 5	50 : 50	V	7.0	4.3	3.8
No. 6	50 : 50	WR+LS	6.0	4.0	3.2
No. 7	50 : 50	SP+V2	6.0	3.8	3.8

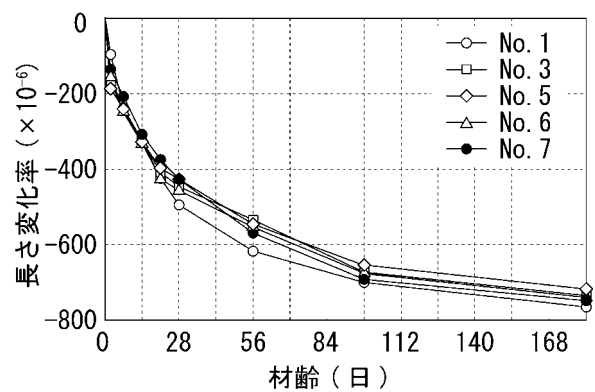
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 片野 啓三郎

東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内

(72)発明者 竹田 宣典

東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内

Fターム(参考) 4G112 MB06 PA02 PA26 PB08 PB40 PC08