

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-128595
(P2000-128595A)

(43) 公開日 平成12年5月9日 (2000.5.9)

(51) Int.Cl.⁷ 識別記号 F I テーマコード* (参考)
C 0 4 B 18/16 Z A B C 0 4 B 18/16 Z A B

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-300813

(22) 出願日 平成10年10月22日 (1998.10.22)

特許法第30条第1項適用申請有り 1998年4月25日 社
団法人セメント協会発行の「第52回セメント技術大会講
演要旨 1998」に発表

(71) 出願人 596133441

新潟大学長
新潟県新潟市五十嵐2の町8050番地

(72) 発明者 長瀬 重義

新潟県新潟市西大畑町5214 R B 203

(72) 発明者 佐伯 竜彦

新潟県新潟市坂井砂山2-17-18

(72) 発明者 飯田 一彦

東京都目黒区南3-3-19

(72) 発明者 辻 正哲

東京都文京区目白台1-15-9-802

(74) 代理人 100059258

弁理士 杉村 暁秀 (外8名)

(54) 【発明の名称】 コンクリート系建設材料のリサイクル方法及び再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法

(57) 【要約】

【課題】 コンクリート構築物から骨材を再生して1回乃至複数回再利用することを可能とすることによって、再生骨材の再利用の範囲を拡大するとともに、環境汚染を防止し、天然資源の節約および有効活用を図ることができる本発明のコンクリート系建設材料のリサイクル方法を提供する。

【解決手段】 既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物の強度を予め掌握して、既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物を解体して得られる再生骨材を使って該強度より強度の低い新たなコンクリート構築物の構築に使用することを特徴とするコンクリート系建設材料をリサイクル方法。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物の強度を予め掌握して、既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物を解体して得られる再生骨材を使って該強度より強度の低い新たなコンクリート構築物の構築に使用することを特徴とするコンクリート系建設材料のリサイクル方法。

【請求項 2】 既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物の強度は新たに構築するコンクリート構築物の強度の 1.2 倍以上であることを特徴とする請求項 1 に記載したコンクリート系建設材料のリサイクル方法。

【請求項 3】 既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築する原コンクリートの強度は、 40 N/mm^2 以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載したコンクリート系建設材料のリサイクル方法。

【請求項 4】 再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを調合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】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、コンクリート構築物から再生して得られた再生骨材を利用して新たなコンクリート構築物を構築することによってコンクリート系建設材料のリサイクル方法に関する。

【0002】

【先行技術】コンクリート構築物等を破壊して生ずる廃材の量は、増加の一途をたどっているに拘わらず、環境問題等の理由から最終処分場の確保は非常に難しくなっている。このようなコンクリート廃材のリサイクルに関する研究は省資源化等の立場からも種々行われているが、今だ十分に確立されたとは言えない。

【0003】

【発明が解決すべき課題】コンクリート廃材のうち再生骨材は、路盤材等に利用されているが、コンクリート構築物に再利用を図るとの観点からの具体的研究はほとんど見られないのが現状である。本発明者は、自然保護の観点から、良質な天然骨材の不足が深刻な問題となっていることにも鑑み、鋭意研究の結果、再生して得られた再生骨材を利用して新たなコンクリート構築物を構築することによってコンクリート系建設材料のリサイクル方法を見出した。

【0004】

【解決課題手段】本発明のコンクリート系建設材料のリサイクル方法は、予め再利用することを考慮して、構築しようとしているコンクリート構築物で要求されているコンクリートの強度より高い強度を設定してコンクリートおよび骨材を用いてコンクリート構築物を構築し、該

コンクリート構築物から得られる再生骨材を用いて構築しようとしているコンクリート構築物を構築することを特徴とする。

【0005】言い換えれば、本発明のコンクリート系建設材料のリサイクル方法は、既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物の強度を予め掌握して、既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物を解体して得られる再生骨材を使って該強度より強度の低い新たなコンクリート構築物の構築に使用することを特徴とする。

【0006】本発明に係るコンクリート系建設材料のリサイクル方法は、強度・安全性等の観点からリサイクル方法は、既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物の強度は新たに構築するコンクリート構築物の強度の 1.2 倍以上であることが好ましい。

【0007】また、本発明に係るコンクリート系建設材料のリサイクル方法は、既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築する原コンクリートの強度は、 40 N/mm^2 以上であることが好ましい。このようにすることによって、新たに構築したコンクリート構築物が圧縮強度および耐凍害性等の要求性能を満たすことができるからである。

【0008】本発明は、さらに再生骨材を使ってコンクリートを製造する方法を検討した結果、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを調合することによりコンクリートを作製することにより、圧縮強度の優れたコンクリートが製造できることを発見した。

【0009】本発明の別の視点は、再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを調合することを特徴とするコンクリートの製造方法に関する。

【0010】

【効果】既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物の強度を予め掌握して、既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物を解体して得られる再生骨材を使って該強度より強度の低い新たなコンクリート構築物の構築に使用することによる本発明のコンクリート系建設材料のリサイクル方法は、骨材を再生して 1 回乃至複数回、例えば 2 - 3 回再利用することが可能となり、再生骨材の再利用の範囲を拡大するとともに、環境汚染を防止し、天然資源の節約および有効活用を図ることができる。

【0011】また、再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを調合することを特徴とする本発明のコンクリートの製造方法によれば、得られたコンクリートの強度が上昇するが、これはセメント中の空気量の減少及び再生骨材中にセメントペーストが含浸することによって考えられる。

【0012】

【実施の態様】以下に本発明の本発明のコンクリート系建設材料をリサイクル方法について、より詳しく説明する。本発明の対象とする骨材は、細骨材および粗骨材であり、特に粗骨材を対象とする。骨材を再生する方法は、従来の方法を採用することができる。破碎程度によって再生骨材中のモルタル残存量が異なってくる。

【0013】既存のコンクリート構築物あるいはこれから構築するコンクリート構築物を解体して得られる再生骨材を使って該強度より強度の低い新たなコンクリート構築物の構築する方法は、再生骨材を用いることを除けば通常のコンクリート構築物を構築する方法と特に代わりが無い。

【0014】また、再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを調合することを特徴とする本発明のコンクリートの製造方法においては、減圧混練することを除けば通常のコンクリート製造方法と特に変わることはない。減圧する場合の圧力は、(ここに、圧力範囲設定の基準、例えば原材料の使用量、粒度との関係等、を述べてください。またその場合の例示をして下さい。この場合、207の実施例と矛盾がないようにして下さい。また、その他の条件、例えば温度、時間等の条件はありますか)。また、含浸する方法としては、骨材を加熱してから使用する方法も考えられるが、減圧下で再生コンクリートを混練する方法は加熱する方法と比べて、必要とするエネルギーを非常に低く抑えることができる。

【0015】

使用した粗骨材の品質

原コンクリート (A Eコンクリート)		高強度 ($f_c=56.1\text{N/mm}^2$)			中強度 ($f_c=40.5\text{N/mm}^2$)			低強度 ($f_c=24.4\text{N/mm}^2$)		
粗骨材の種類	原骨材	破碎1	破碎2	破碎3	破碎1	破碎2	破碎3	破碎1	破碎2	破碎3
粗骨材記号	VC	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
モルタル残存量 (%)	—	34.3	23.0	19.8	34.5	27.4	21.4	33.8	26.7	17.3
表乾比重	2.65	2.43	2.47	2.53	2.42	2.46	2.49	2.39	2.44	2.48
吸水率 (%)	0.94	5.03	4.38	3.40	5.96	4.96	4.30	5.95	5.08	4.35
実積率 (%)	59.8	60.2	62.4	62.7	61.0	62.4	62.8	60.2	62.3	62.4
安定性 (%)	9.1	34.1	24.9	22.8	57.0	52.9	34.7	52.0	44.3	35.3
100kN 破碎値 (%)	3.00	4.63	2.57	1.69	5.09	2.75	2.23	6.35	3.85	2.86

【0019】(3) 圧縮強度試験

① 使用材料

得られた粗骨材、細骨材(相模川産川砂、比重2.26、吸水率2.59%)、セメント(普通ポルトランドセメント)、混和剤(標準形A E減水剤)を用いて新たなコンクリートを準備した。セメント水比(水結合材比)が35%以下の場合には、混和材としてシリカフェームを添加し、混和剤として高性能A E減水剤を用いた。

【実施例】〔実施例1〕以下に、本発明のコンクリート系建設材料のリサイクル方法を具体的実験例に基づいて詳細に説明する。

【0016】(1) 原コンクリート

同一のバージン粗骨材Vc(青梅産硬質砂岩砕石。下記表1参照)、細骨材(相模川産川砂、比重2.26、吸水率2.59%)、セメント(普通ポルトランドセメント)、混和剤(標準形A E減水剤)を用い、水セメント比を変えて高強度原コンクリート($f_c=56.1\text{N/mm}^2$)、中強度原コンクリート($f_c=40.5\text{N/mm}^2$)及び低強度原コンクリート($f_c=24.4\text{N/mm}^2$)を準備した。混和剤は、高強度原コンクリート及び中強度原コンクリートを作製する際には高性能A E減水剤、低強度原コンクリートを作成する場合には標準型A E減水剤を用いた。

【0017】(2) 再生骨材

得られた3種類の原コンクリートを3種類の破碎処理をして、それぞれ3種類ずつ、合計で9種類の再生粗骨材を得た(破碎材齢28日)。得られた粗骨材は、原コンクリートが高強度のものから得られた再生骨材をA、原コンクリートが中強度のものから得られた再生骨材をB、原コンクリートが低強度のものから得られた再生骨材をCとし、また破碎処理程度の小さい方から1、2、3とした。粗骨材の最大寸法は20mmであった。これらの粗骨材の品質を下記表1に示す。

【0018】

【表1】

【0020】② 強度特性の測定サンプルの作製

スランプ $8 \pm 2.5\text{cm}$ 、空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ を目標数値として、単位推量および単位粗骨材容量を一定にして、セメント水比を25%、30%、35%、40%、45%、55%、65%に変化させてコンクリート材料を混ぜ合わせ標準養生28日で硬化させコンクリートを作製した。

【0021】③ 圧縮強度試験

得られたコンクリートについて、JIS A1108に

従って圧縮試験を行った。圧縮強度試験の結果を図1 (a)乃至図1 (c)に示す。

【0022】④ 圧縮強度試験結果

イ) 原粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度の上限は80N/mm²程度であった。

ロ) 高強度コンクリートからの再生粗骨材(図1(a)参照)を用いた場合、原粗骨材を用いたコンクリートと同等以上の圧縮強度で、圧縮強度80N/mm²以上の範囲ではむしろ前者が後者より高い圧縮強度を示した。

【0023】ハ) 中強度コンクリートからの再生粗骨材(図1(b)参照)を用いた場合、原粗骨材を用いたコンクリートと全範囲で同等の圧縮強度を示した。

ニ) 低強度コンクリートからの再生粗骨材(図1(c)参照)を用いた場合、圧縮強度で、圧縮強度50N/mm²以上の範囲で原粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度よりも低くなった。

【0024】ホ) 破砕処理の程度によるモルタル残存量は、高強度、中強度の原コンクリートから得られた再生骨材を用いたコンクリートの場合、圧縮強度にほとんど影響はなかった。一方、低強度の原コンクリートから得られた再生骨材を用いたコンクリートの場合は若干圧縮強度の低下の傾向が見られた。

【0025】(4) 耐凍害性

① 使用材料

得られた粗骨材、細骨材(相模川産川砂、比重2.26、吸水率2.59%)、セメント(普通ポルトランドセメント)、混和剤(標準形A E減水剤)を用いて新たなコンクリートを準備した。セメント水比(水結合材比)が35%以下の場合には、混和材としてシリカフュームを添加し、混和剤として高性能A E減水剤を用いた。

【0026】② コンクリートの作製

スランプ8+/-2.5cm、空気量4.5+/-1.5%を目標に、単位推量160kg/cm³、単位粗骨材容量0.4m³/m³とし、セメント水比を5%に一定としてコンクリート材料を混ぜ合わせ硬化させてコンクリートを作製した。試験開始材齢は28日であった。

【0027】③ 凍結融解試験

得られたコンクリートについて、J S C E - G 5 0 1 によって凍結融解試験を行った。凍結融解サイクルに伴う相対動弾性係数の変化を図2(a)乃至図2(c)に示す。

【0028】④ 凍結融解試験結果

イ) 再生粗骨材を用いたコンクリートは、原粗骨材を用いたコンクリートより相対動弾性係数の低下が大きかったが、300サイクルでの相対動弾性係数は70%以上を示した。

ロ) 原コンクリートの種別では、より高強度コンクリートからの再生粗骨材を用いたコンクリートほど(図2

(a)乃至図2(c)参照)、耐凍害性が高い傾向にあった。

【0029】ハ) 破砕処理の程度が高くモルタル残存量の少ない再生粗骨材は耐凍害性が高い傾向にあった。

ニ) 低強度コンクリートから得られた再生粗骨材を用いたコンクリートの場合にはモルタル残存量による耐凍害性にあまり差異はなかった。

【0030】(5) 結論として、以下のことが言える。

①再生粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度は原コンクリートの影響を受け、原コンクリートの圧縮強度の1.5倍程度までは原粗骨材を用いたコンクリートと同等の圧縮強度を示す。即ち、図1を見ると、原コンクリートが高強度の場合、V C と A 1 - A 3 とは80N/mm²程度まではセメント水比と圧縮強度との関係は同じとなっている。原コンクリート強度は、56.1N/mm²であるから、80/56.1=1.426倍のところまで原骨材を用いたコンクリートと同程度の強度を示すと言える。同様に原コンクリートが中強度の場合は60N/mm²程度まで、原コンクリートが低強度の場合は40N/mm²程度まで再生骨材と原骨材とで差が見られないので(60/40.5=1.48、40/24.4=1.64)、おおよそ原コンクリートの強度の1.5倍までは、再生骨材を用いたコンクリートの強度と原骨材を用いたコンクリートの強度は同等である。

【0031】②再生粗骨材を用いたコンクリートでは耐凍害性が低下する。原コンクリートの圧縮強度が低いほど、また、付着あるいは混在するモルタル残存量が多いほど、耐凍害性低下の程度が大きい。原粗骨材が健全(耐凍害性に関して問題がない)ならば、原コンクリートの圧縮強度が24N/mm²程度でも300サイクルでの耐久性指数は70以上であった。即ち、該健全な原粗骨材から得た再生骨材も耐凍害性に問題がなかった。通常、凍結融解試験300サイクルでの耐久性指数が60以上ならば、一応の耐久性を有すると判断される。

【0032】〔実施例2〕再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを調合することを特徴とするコンクリートの製造方法を以下に示す実施例に基づいて詳細に説明する。

(1) 再生骨材

水セメント比が70%の低強度のコンクリートを、歯間が25mmのジョークラッシャーで一次粉砕した後、歯間が5mmのジョークラッシャーで二次粉砕を3回繰り返す、呼び寸法2.5mmのふるいを通過した物を再生細骨材とした。

【0033】(2) 再生骨材を使用して作製したセメント

表2及び表3に示す使用材料及び混合条件の下に、上記再生細骨材を用いてコンクリートを作製した。混練には、真空ポンプを接続した1.5m四方の容器内に設置

したオムニミキサを用いた。モルタルの減圧混練方法は、生セメント、水及び減水剤を該容器内に投入し、減圧かにおいて中速度で30秒間混練し、細骨材を混合物に添加し、減圧下で高速で5分間混練をした。

【0034】

【表2】

使用材料(その1)

練混ぜ水	上水道水
セメント	普通ポルトランドセメント (比重31.6)
細骨材	鬼怒川産川砂
混和剤	高性能減水剤

【0035】

【表3】

使用材料(その2)

	再生 細骨材	普通 細骨材
比重	2.34	2.60
吸水率(%)	8.10	1.32
粗粒率	2.82	2.60

【0036】

【表4】

配合条件

水セメント比 W/C (%)	骨材セメント 容積比 s/c	高性能減水剤 添加率 c×(%)
30	2.0	30, 40, 50 60, 70
35	3.0	30, 40, 50 55, 60

【0040】(3)結論

以上の結果から以下の結論が得られた。

①減圧混練によるコンクリートの強度上昇は、空気量の減少だけではなく、骨材中にセメントペーストが含浸されることによると推定される。

②セメントペーストの流動性が増すほど、減圧混練による効果は大きくなる。これは、骨材中へのセメントペーストの含浸が容易になるためと考えられる。

【0041】③骨材の絶対容積が大きくなる程、減圧混練による効果は大きくなる。

④減圧混練によりフロー値の低下する程度は、骨材普通を用いた場合よりも再生骨材を用いた場合の方が大きい。これは、再生骨材の方がその中に微細な空隙を多く含むためと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0037】(2)実験結果及び考察

① フロー値

フロー値は、セメントの物理試験方法(JIS R5201)に従って測定した。

② 空気量

空気量の測定は、モルタルの単位容積質量をJIS A6201により求め、これを用いてJIS A1116により算出した。

【0038】③実験結果及びその考察

図3及び図4は、それぞれ再生骨材及び普通骨材(原骨材に同じ。)に対して減圧混練によって作製したコンクリートと減圧しないで根練りして作製したコンクリートのフロー値及び空気量とを比較したグラフである。図3と図4とから分かるように、減圧下で混練を行うと大気中での混練りに比べて、フロー値は低下する。その低下の割合は、川砂を用いた場合よりも再生骨材を用いた場合のほうが大きい。これは、再生骨材にはセメントペーストが含浸していることによると考えられる。

【0039】図5(a)及び図5(b)は、それぞれ再生骨材を用いて骨材セメント比を変えて常圧混練と減圧混練で得られたコンクリートの圧縮強度を表示したグラフである。骨材セメント容積比(s/c)が大きい図5(b)に示すほうが圧縮強度は低くなるが、減圧処理による強度の増加率は大きくなっている。また、減水剤の添加率の増加によってフロー値が大きくなると、減圧混練による圧縮強度の増加する割合も大きくなっている。これらのことから、モルタルの流動性が高くなると、骨材にセメントペーストが含浸し易くなり、それに伴い圧縮率が増加すると考えられる。なお、強度増加率は以下の式によった。

【数1】

$$\text{強度増加率}(\%) = \frac{\text{減圧混練処理モルタルの圧縮強度}(\text{N/mm}^2)}{\text{大気中混練モルタルの圧縮強度}(\text{N/mm}^2)} \times 100$$

【図1】(a)乃至(c)は、高強度コンクリート、中強度コンクリート及び低高強度コンクリートからそれぞれ得られた再生粗骨材についてのセメント水比と28日圧縮強度との関係を示すグラフである。

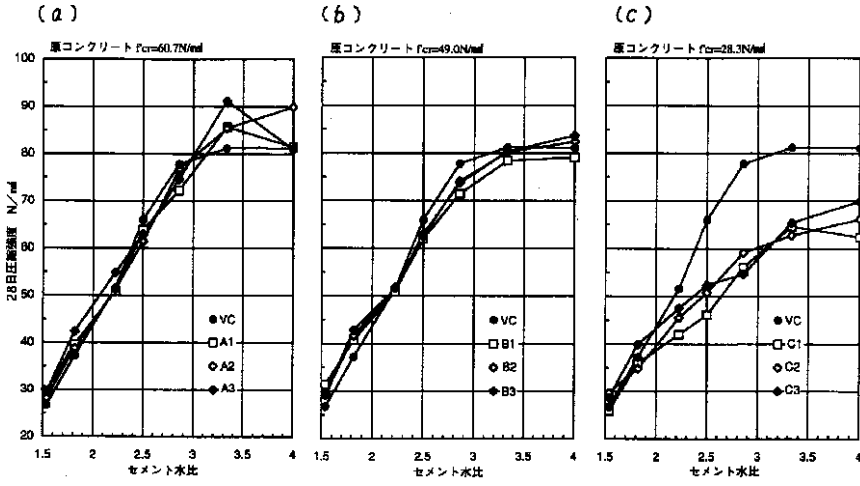
【図2】(a)乃至(c)は、高強度コンクリート、中強度コンクリート及び低高強度コンクリートからそれぞれ得られた再生粗骨材についての凍結溶解サイクルと相対動弾性係数との関係を示すグラフである。

【図3】減圧処理の有無がフロー値に及ぼす影響を示すグラフである。

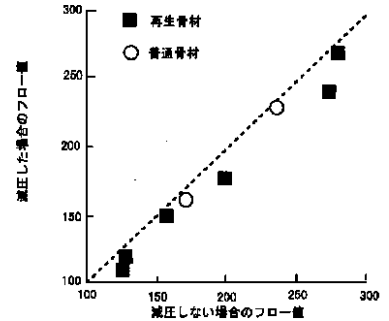
【図4】減圧処理の有無がフロー値に及ぼす影響を示すグラフである。

【図5】(a)及び(b)は、それぞれ再生骨材を用いて骨材セメント比を変えて常圧混練と減圧混練で得られたコンクリートの圧縮強度を表示したグラフである。

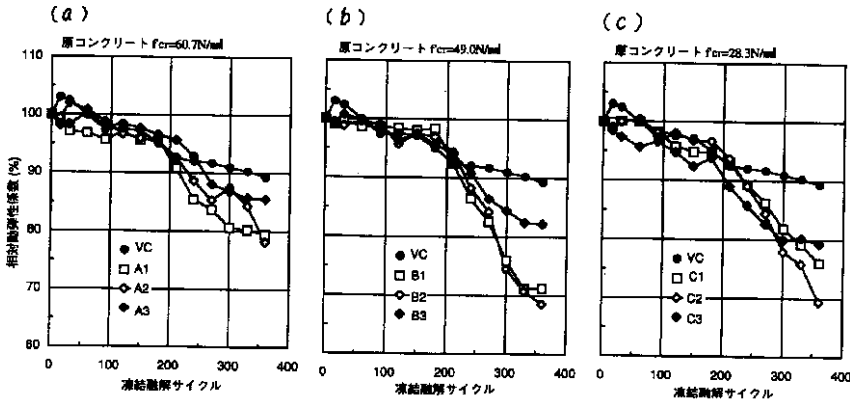
【図 1】



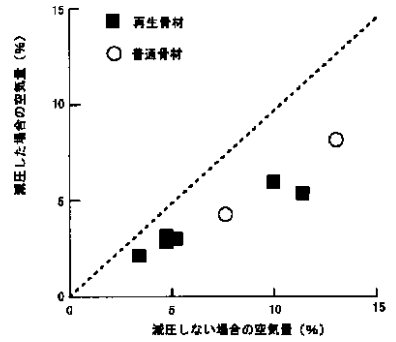
【図 3】



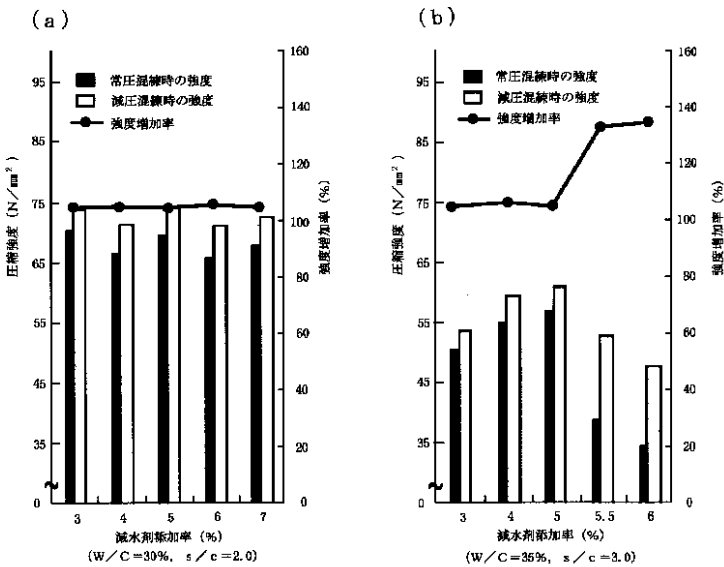
【図 2】



【図 4】



【図 5】



【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 10 月 12 日 (1999.10.12)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】 コンクリート系建設材料のリサイクル方法及び再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築するコンクリート構造物の強度を予め掌握して、既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築するコンクリート構造物を解体して得られる再生骨材を使って該強度より強度の低い新たなコンクリート構造物の構築に使用することを特徴とするコンクリート系建設材料のリサイクル方法。

【請求項 2】 既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築するコンクリート構造物の強度は新たに構築するコンクリート構造物の強度の 1.2 倍以上であることを特徴とする請求項 1 に記載したコンクリート系建設材料のリサイクル方法。

【請求項 3】 既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築する原コンクリートの強度は、 40 N/mm^2 以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載したコンクリート系建設材料のリサイクル方法。

【請求項 4】 再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを製造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】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンクリート構造物から再生して得られた再生骨材を利用して新たなコンクリート構造物を構築することによってコンクリート系建設材料をリサイクルする方法に関する。

【0002】

【先行技術】コンクリート構造物等を破壊して生ずる廃材の量は、増加の一途をたどっているに拘わらず、環境問題等の理由から最終処分場の確保は非常に難しくなっている。このようなコンクリート廃材のリサイクルに関する研究は省資源化等の立場からも種々行われているが、未だ十分に確立されたとは言えない。

【0003】

【発明が解決すべき課題】コンクリート廃材のうち再生骨材は、路盤材等に利用されているが、コンクリート構造物に再利用を図るとの観点からの具体的研究はほとん

ど見られないのが現状である。本発明者は、自然保護の観点から、良質な天然骨材の不足が深刻な問題となっていることにも鑑み、鋭意研究の結果、再生して得られた再生骨材を利用して新たなコンクリート構造物を構築することによってコンクリート系建設材料のリサイクル方法を見出した。

【0004】

【解決課題手段】本発明のコンクリート系建設材料のリサイクル方法は、予め再利用することを考慮して、構築しようとしているコンクリート構造物で要求されているコンクリートの強度より高い強度を設定したコンクリートを用いてコンクリート構造物を構築し、数十年後に該コンクリート構造物から得られる再生骨材を用いて新たにコンクリート構造物を構築することを特徴とする。

【0005】言い換えれば、本発明のコンクリート系建設材料のリサイクル方法は、既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築するコンクリート構造物の強度を予め掌握して、既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築するコンクリート構造物を解体して得られる再生骨材を使って該強度より強度の低い新たなコンクリート構造物の構築に使用することを特徴とする。

【0006】本発明に係るコンクリート系建設材料のリサイクル方法は、強度・安全性等の観点からリサイクル方法は、既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築するコンクリート構造物の強度は新たに構築するコンクリート構造物の設計に要される強度の 1.2 倍以上であることが好ましい。

【0007】また、本発明に係るコンクリート系建設材料のリサイクル方法は、既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築する原コンクリートの強度は、 40 N/mm^2 以上であることが好ましい。このようにすることによって、新たに構築したコンクリート構造物が圧縮強度および耐凍害性等の要求性能を満たすことができるからである。

【0008】本発明は、さらに再生骨材を使ってコンクリートを製造する方法を検討した結果、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを製造することにより、圧縮強度の優れたコンクリートが製造できることを発見した。

【0009】本発明の別の視点は、再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを製造することを特徴とするコンクリートの製造方法に関する。

【0010】

【効果】既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築するコンクリート構造物の強度を予め掌握して、既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築するコンクリート構造物を解体して得られる再生骨材を使って該強度より強度の低い新たなコンクリート構造物の構築に使用することによる本発明のコンクリート系建設材料のリ

サイクル方法は、骨材を再生して1回乃至複数回、例えば2 - 3回再利用することが可能となり、再生骨材の再利用の範囲を拡大するとともに、環境汚染を防止し、天然資源の節約および有効活用を図ることができる。

【0011】また、再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを製造することを特徴とする本発明のコンクリートの製造方法によれば、得られたコンクリートの強度が上昇するが、これはコンクリート中の空気量の減少及び再生骨材中にセメントペーストが含浸することによると考えられる。

【0012】

【実施の態様】以下に本発明のコンクリート系建設材料のリサイクル方法について、より詳しく説明する。本発明の対象とする骨材は、細骨材および粗骨材であり、特に粗骨材を対象とする。骨材を再生する方法は、従来の方法を採用することができる。破碎程度によって再生骨材中のモルタル残存量が異なってくる。

【0013】既存のコンクリート構造物あるいはこれから構築するコンクリート構造物を解体して得られる再生骨材を使って該強度より強度の低い新たなコンクリート構造物を構築する方法は、再生骨材を用いることを除けば通常のコンクリート構造物を構築する方法と特に変わりが無い。

【0014】また、再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを製造することを特徴とする本発明のコンクリートの製造方法においては、減圧混練することを除けば通常のコンクリート製造方法と特に変わることはない。また、含浸する方法としては、骨材を加熱してから使用する方法も考えられるが、減圧下でコンクリートを混練し使用した粗骨材の品質

原コンクリート (AEコンクリート)		高強度 ($f_c=56.1\text{N/mm}^2$)			中強度 ($f_c=40.5\text{N/mm}^2$)			低強度 ($f_c=24.4\text{N/mm}^2$)		
粗骨材の種類	原骨材	破碎1	破碎2	破碎3	破碎1	破碎2	破碎3	破碎1	破碎2	破碎3
粗骨材記号	VC	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
モルタル残存量 (%)	—	34.3	23.0	19.8	34.5	27.4	21.4	33.8	26.7	17.3
表乾比重	2.65	2.43	2.47	2.53	2.42	2.46	2.49	2.39	2.44	2.48
吸水率 (%)	0.94	5.03	4.38	3.40	5.96	4.96	4.30	5.95	5.08	4.35
実積率 (%)	59.8	60.2	62.4	62.7	61.0	62.4	62.8	60.2	62.3	62.4
安定性 (%)	9.1	34.1	24.9	22.8	57.0	52.9	34.7	52.0	44.3	35.3
100kN 破碎値 (%)	3.00	4.63	2.57	1.69	5.09	2.75	2.23	6.35	3.85	2.86

【0019】(3) 圧縮強度試験

1 使用材料

得られた再生粗骨材、細骨材(相模川産川砂、比重2.26、吸水率2.59%)、セメント(普通ポルトランドセメント)、混和剤(標準形AE減水剤)を用いて新たなコンクリートを準備した。水セメント比(水結合材比)が35%以下の場合には、混和材としてシリカフュ

ームを添加し、混和剤として高性能AE減水剤を用いた。

【0015】

【実施例】〔実施例1〕以下に、本発明のコンクリート系建設材料のリサイクル方法を具体的実験例に基づいて詳細に説明する。

【0016】(1) 原コンクリート

同一のバージン粗骨材Vc(青梅産硬質砂岩砕石。下記表1参照)、細骨材(相模川産川砂、比重2.26、吸水率2.59%)、セメント(普通ポルトランドセメント)、水セメント比を変えて高強度原コンクリート($f_c28=56.1\text{N/mm}^2$)、中強度原コンクリート($f_c28=40.5\text{N/mm}^2$)及び低強度原コンクリート($f_c28=24.4\text{N/mm}^2$)を準備した。混和剤は、高強度コンクリートおよび中強度コンクリートでは高性能AE減水剤を、低強度コンクリートでは標準系AE減水剤を用いた。

【0017】(2) 再生骨材

得られた3種類の原コンクリートを3段階の破碎処理をして、合計で9種類の再生粗骨材を得た(破碎材齢28日)。得られた粗骨材は、原コンクリートが高強度のものから得られた再生骨材をA、原コンクリートが中強度のものから得られた再生骨材をB、原コンクリートが低強度のものから得られた再生骨材をCとし、また破碎処理程度の小さい方から1、2、3とした。粗骨材の最大寸法は20mmであった。これらの粗骨材の品質を下記表1に示す。

【0018】

【表1】

ームを添加し、混和剤として高性能AE減水剤を用いた。

【0020】2 強度特性の測定サンプルの作製

スランブ8+/-2.5cm、空気量4.5+/-1.5%を目標数値として、単位水量および単位粗骨材容積を一定にして、水セメント比を25%、30%、35%、40%、45%、55%、65%に変化させてコン

クリート材料を練り混ぜ、コンクリート試験体を作製した。試験体はその後20日水中で材齢28日まで標準養生して試験に供した。

【0021】3 圧縮強度試験

得られたコンクリート試験体について、JIS A1108に従って圧縮試験を行った。圧縮強度試験の結果を図1(a)乃至図1(c)に示す。

【0022】4 圧縮強度試験結果

イ) 原粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度の上限は 80 N/mm^2 程度であった。

ロ) 高強度コンクリートからの再生粗骨材(図1(a)参照)を用いた場合、原粗骨材を用いたコンクリートと同等以上の圧縮強度で、圧縮強度 80 N/mm^2 以上の範囲ではむしろ前者が後者より高い圧縮強度を示した。

【0023】ハ) 中強度コンクリートからの再生粗骨材(図1(b)参照)を用いた場合、原粗骨材を用いたコンクリートと全範囲で同等の圧縮強度を示した。

ニ) 低強度コンクリートからの再生粗骨材(図1(c)参照)を用いた場合、圧縮強度で、圧縮強度 50 N/mm^2 以上の範囲で原粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度よりも低くなった。

【0024】ホ) 破碎処理の程度によるモルタル残存量は、高強度、中強度の原コンクリートから得られた再生骨材を用いたコンクリートの場合、圧縮強度にほとんど影響はなかった。一方、低強度の原コンクリートから得られた再生骨材を用いたコンクリートの場合にはモルタル残存量が多いと若干圧縮強度の低下の傾向が見られた。

【0025】(4) 耐凍害性

1 使用材料

得られた再生骨材、細骨材(相模川産川砂、比重2.26、吸水率2.59%)、セメント(普通ポルトランドセメント)、混和剤(標準形AE減水剤)を用いて新たなコンクリートを準備した。

【0026】2 コンクリートの作製

スランプ $8+/-2.5\text{ cm}$ 、空気量 $4.5+/-1.5\%$ を目標に、単位水量 160 kg/m^3 、単位粗骨材容積 $0.4\text{ m}^3/\text{m}^3$ とし、水セメント比を55%の一定としてコンクリート材料を混ぜ合わせ硬化させてコンクリートを作製した。試験開始材齢は28日であった。

【0027】3 凍結融解試験

得られたコンクリートについて、JSC E-G501によって凍結融解試験を行った。凍結融解サイクルに伴う相対動弾性係数の変化を図2(a)乃至図2(c)に示す。

【0028】4 凍結融解試験結果

イ) 再生粗骨材を用いたコンクリートは、原粗骨材を用いたコンクリートより相対動弾性係数の低下が大きかったが、300サイクルでの相対動弾性係数は70%以上を示した。

ロ) 原コンクリートの種別では、より高強度コンクリートからの再生粗骨材を用いたコンクリートほど(図2(a)乃至図2(c)参照)、耐凍害性が高い傾向にあった。

【0029】ハ) 破碎処理の程度が高くモルタル残存量の少ない再生粗骨材は耐凍害性が高い傾向にあった。

ニ) 低強度コンクリートから得られた再生粗骨材を用いたコンクリートの場合にはモルタル残存量による耐凍害性にあまり差異はなかった。

【0030】(5) 結論として、以下のことが言える。1 再生粗骨材を用いたコンクリートの圧縮強度は原コンクリートの影響を受け、原コンクリートの圧縮強度の1.5倍程度までは原粗骨材を用いたコンクリートと同等の圧縮強度を示す。即ち、図1を見ると、原コンクリートが高強度の場合、VCとA1-A3とは 80 N/mm^2 程度まではセメント水比と圧縮強度との関係は同じとなっている。原コンクリート強度は、 56.1 N/mm^2 であるから、 $80/56.1=1.426$ 倍のところまで原骨材を用いたコンクリートと同程度の強度を示すと言える。同様に原コンクリートが中強度の場合は 60 N/mm^2 程度まで、原コンクリートが低強度の場合は 40 N/mm^2 程度まで再生骨材と原骨材とで差が見られないので($60/40.5=1.48$ 、 $40/24.4=1.64$)、おおそ原コンクリートの強度の1.5倍までは、再生骨材を用いたコンクリートの強度と原骨材を用いたコンクリートの強度は同等である。

【0031】2 再生粗骨材を用いたコンクリートでは耐凍害性が低下する。原コンクリートの圧縮強度が低いほど、また、付着あるいは混在するモルタル残存量が多いほど、耐凍害性低下の程度が大きい。しかし、原コンクリートが健全なAEコンクリートであるならば、原コンクリートの圧縮強度が 24 N/mm^2 程度でも300サイクルでの耐久性指数は70以上であった。即ち、本実験で対象とした低強度コンクリートから得られた再生骨材も耐凍害性に問題がなかった。通常、凍結融解試験300サイクルでの耐久性指数が60以上ならば、一応の耐久性を有すると判断される。

【0032】〔実施例2〕再生骨材を用いてコンクリートを作製する方法であって、再生骨材を減圧混練して生コンクリートを製造することを特徴とするコンクリートの製造方法を以下に示す実施例に基づいて詳細に説明する。

(1) 再生骨材

水セメント比が70%の低強度のコンクリートを、歯間が25mmのジョークラッシャーで一次粉碎した後、歯間が5mmのジョークラッシャーで二次粉碎を3回繰り返し、呼び寸法2.5mmのふるいを通過した物を再生細骨材とした。

【0033】(2) 再生細骨材を使用して作製したモル

タル

表2及び表3に示す使用材料及び混合条件の下に、上記再生細骨材を用いてモルタルを作製した。混練には、真空ポンプを接続した1.5m四方の容器内に設置したオムニキサを用いた。モルタルの減圧混練方法は、セメント、水及び減水剤を該容器内に投入し、大気圧下で2分間混練したのち、細骨材を混合物に添加し、減圧下で高速で6分間混練をした。

【0034】

【表2】

使用材料(その1)

練混ぜ水	上水道水
セメント	普通ポルトランドセメント (比重31.6)
細骨材	鬼怒川産川砂
混和剤	高性能減水剤

【0035】

【表3】

使用材料(その2)

	再生細骨材	普通細骨材
比重	2.34	2.60
吸水率(%)	8.10	1.32
粗粒率	2.82	2.60

【0036】

【表4】

配合条件

水セメント比 W/C (%)	骨材セメント 容積比 s/c	高性能減水剤 添加率 C×(%)
30	2.0	3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0
35	3.0	3.0, 4.0, 5.0, 5.5, 6.0

$$\text{強度増加率(}\%) = \frac{\text{減圧混練処理モルタルの圧縮強度(N/mm}^2\text{)}}{\text{大気中混練モルタルの圧縮強度(N/mm}^2\text{)}} \times 100$$

【0040】(3)結論

以上の結果から以下の結論が得られた。

1 減圧混練によるコンクリートの強度上昇は、空気量の減少だけではなく、特に再生骨材の場合、骨材中にセメントペーストが含浸されることによると推定される。

2 セメントペーストの流動性が増すほど、減圧混練による効果は大きくなる。これは、骨材中へのセメントペーストの含浸が容易になるためと考えられる。

【0041】3骨材の絶対容積が大きくなる程、減圧混

【0037】(2)実験結果及び考察

1フロー値

フロー値は、セメントの物理試験方法(JIS R5201)に従って測定した。

2空気量

空気量の測定は、モルタルの単位容積質量をJIS A6201により求め、これを用いてJIS A1116により算出した。

【0038】3実験結果及びその考察

図3及び図4は、それぞれ再生骨材及び普通骨材(原骨材に同じ。)に対して減圧混練によって作製したモルタルと減圧しないで混練して作製したモルタルのフロー値及び空気量とを比較したグラフである。図3と図4とから分かるように、減圧下で混練を行うと大気中での混練りに比べて、フロー値は低下する。その低下の割合は、川砂を用いた場合よりも再生骨材を用いた場合のほうが大きい。これは、混練中に再生骨材にセメントペーストが含浸することによると考えられる。

【0039】図5(a)及び図5(b)は、それぞれ再生骨材を用いて骨材セメント比を変えて常圧混練と減圧混練で得られたモルタルの圧縮強度を表示したグラフである。骨材セメント容積比(s/c)が大きい図5

(b)に示すほうが圧縮強度は低くなるが、減圧処理による強度の増加率は大きくなっている。また、減水剤の添加率の増加によってフロー値が大きくなると、減圧混練による圧縮強度の増加する割合も大きくなっている。これらのことから、モルタルの流動性が高くなると、骨材にセメントペーストが含浸し易くなり、それに伴い圧縮強度が増加すると考えられる。なお、強度増加率は以下の式によった。

【数1】

練による効果は大きくなる。

4 減圧混練によりフロー値の低下する程度は、骨材普通を用いた場合よりも再生骨材を用いた場合の方が大きい。これは、再生骨材の方がその中に微細な空隙を多く含むためと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)乃至(c)は、高強度コンクリート、中強度コンクリート及び低高強度コンクリートからそれぞれ得られた再生粗骨材を用いて製造したコンクリート

についてのセメント水比と28日圧縮強度との関係を示すグラフである。

【図2】 (a)乃至(c)は、高強度コンクリート、中強度コンクリート及び低高強度コンクリートからそれぞれ得られた再生粗骨材を用いて製造したコンクリートについての凍結融解サイクルと相対動弾性係数との関係を示すグラフである。

【図3】 減圧処理の有無がモルタルのフロー値に及ぼ

す影響を示すグラフである。

【図4】 減圧処理の有無がモルタルの空気量に及ぼす影響を示すグラフである。

【図5】 (a)及び(b)は、それぞれ再生骨材を用いて骨材セメント比および減水剤添加率を変えて常圧混練と減圧混練で得られたコンクリートの圧縮強度を表示したグラフである。