

炭酸カルシウム生成量が木灰コンクリートの強度に及ぼす影響

山地 陽大

要旨

本研究の目的は、木灰コンクリートが炭酸化反応による硬化していると仮定し、その圧縮強度と生成された炭酸カルシウム量との関係を調べ、炭酸化が支配要因であることを明らかにすることである。

コンクリートは主要な建設材料である。近年、コンクリートの再生利用が進み、不要となった廃コンクリートはそのほとんどが道路の路盤材等の再生砕石として再資源化されている。しかし、コンクリートは最も排出量が多い建設廃棄物でもあり、今後、路盤材や再生砕石等の需要が減少していくと、自然エネルギーでの物質循環が不可能なセメントコンクリートは廃棄物処理場の残余容量を圧迫しかねない。

高知工科大学では、この問題解決のために木質バイオマス発電により発生する木材の3種類の燃焼灰に、消石灰や水といった土に還り樹木成長の養分となり得る材料のみを練り混ぜることで、使用後に土に還ることを意図した地還元型木灰コンクリートを発案し実用化に向けた開発を行ってきた。

しかし、木灰コンクリートの圧縮強度は普通コンクリートに比べ低く、未だ実用可能性は高いとは言えない。さらに、木灰コンクリートの硬化メカニズムに関しては未だに明らかにされていない点が多い。

そこで本研究では、木灰コンクリートの強度増進のために硬化体中の生成物を複数の分析手法を用いることで定性化及び定量化を行った。

X線回折を用いて定性分析を行った結果、硬化前の原料となる木灰には二酸化ケイ素や水酸化カルシウムが、一方、木灰コンクリートの硬化体には主に二酸化ケイ素と水酸化カルシウムから構成されることが明らかとなった。これにより、水酸化カルシウムが炭酸化反応によって炭酸カルシウムに変化したものと考察し、これが硬化反応に影響していると仮定した。

X線回折により生成が判明した炭酸カルシウムについて、熱分析による熱重量測定法を用いた定量化を行った。木灰コンクリート配合中に含まれる消石灰量を増やすことや養生温度を高く設定することで、炭酸カルシウムの生成量を増加させることはできた。しかし、炭酸カルシウム生成量と強度との関係には最適値が存在し、炭酸カルシウム生成量がある量を超えると強度が低下する傾向が見られた。供試体の状態の観察により、炭酸カルシウムの生成量が多いものほど供試体の体積が減少しており、特に表面と内部での減少率の差からひび割れや剥離が起きていることが明らかとなった。これは炭酸化反応が、二酸化炭素を含む大気に接する供試体外側から徐々に進行していくことと、水酸化カルシウムが炭酸カルシウムに変化する際に密度が増加することによる不均一な体積減少による内部破壊が原因であると考察した。

Influence amount of calcium carbonate on strength development of wood-ash concrete

Akihiro Yamaji

ABSTRACT

The purpose of this study is to assume that wood ash concrete is hardened by a carbonation reaction, investigate the relationship between its compressive strength and the amount of calcium carbonate produced, and clarify that carbonation is the dominant factor.

Concrete is the main construction material. In recent years, the recycling of concrete has progressed, and most of the waste concrete that is no longer needed is recycled as recycled crushed stone for roadbed materials. However, concrete is also the largest amount of construction waste, and if the demand for roadbed materials and recycled crushed stones decreases in the future, cement concrete, which cannot be circulated with natural energy, will be used in waste treatment plants. It may put pressure on the remaining capacity.

Kochi University of Technology has been developing concrete to solve this problem with the intention of returning it to the soil after use. The concrete is made of three types of combustion ash of wood generated by woody biomass power generation, and materials such as slaked lime and water that can return to the soil and become nutrients for trees.

However, the compressive strength of wood ash concrete is lower than that of ordinary concrete, and its practicality is not yet high. Furthermore, there are many points that have not yet been clarified regarding the hardening mechanism of wood ash concrete.

Therefore, in this study, the products in the hardened material were qualified and quantified by using multiple analytical methods in order to increase the strength of wood ash concrete.

As a result of qualitative analysis using X-ray diffraction, the wood ash that is the raw material before curing is composed of silicon dioxide and calcium hydroxide, while the cured product of wood ash concrete is mainly composed of silicon dioxide and calcium hydroxide. It became clear that. From this, it was considered that calcium hydroxide was changed to calcium carbonate by the carbonation reaction, and it was assumed that this affected the curing reaction.

Calcium carbonate, which was found to be produced by X-ray diffraction, was quantified using a thermogravimetric analysis method. By increasing the amount of slaked lime contained in the wood ash concrete formulation and setting the curing temperature high, it was possible to increase the amount of calcium carbonate produced. However, there was an optimum value for the relationship between the amount of calcium carbonate produced and the intensity, and there was a tendency for the intensity to decrease when the amount of calcium carbonate produced exceeded

a certain amount. Observation of the condition of the test-piece revealed that the larger the amount of calcium carbonate produced, the smaller the volume. In particular, it was clarified that cracks and peeling occurred from the difference in the reduction rate between the surface and the inside. The carbonation reaction is a non-uniform reaction that proceeds from the outside of the specimen in contact with the atmosphere containing carbon dioxide. Then, when calcium hydroxide changes to calcium carbonate, the density increases and the volume decreases. It was considered that these caused internal destruction.