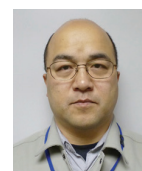


石炭灰を大量使用した硬化体の特性と有効利用に関する研究



Studies on Properties and Effective Use of High Content Fly-Ash Mixture

坂本 守 Mamoru SAKAMOTO *

要 旨

石炭火力発電に伴って副産する石炭灰は、セメント原料、コンクリート用混和材等に有効利用されており、今後増加することが予想されている。しかし、全体の 7 割近い有効利用先であるセメント産業においては、セメントの生産量が急激な減産傾向にあるため、石炭灰の他用途への有効利用方法の拡大が重要な課題である。

そこで、この石炭灰の有効利用方法として石炭灰原粉を大量に用いた硬化体の製造方法が開発され、一部の大型魚礁材料など海洋構造物への適用もなされている。この石炭灰硬化体の 1 つの特徴はその製造方法にあり、石炭灰を最適水粉体比に近い低水粉体比で混練し、振動の作用で流体化させて締固めが行われる。これにより水粉体比を大幅に低減でき、経済的に品質の高い硬化体の製造が可能となる。また硬化促進剤として無機塩類を添加することにより、石炭灰使用時の弱点である若材令時の強度発現を飛躍的に高めることも可能となる。しかし、この石炭灰硬化体の利用拡大を図り、石炭灰の有効利用をさらに推進するためには、配合条件や製造方法による石炭灰硬化体の品質特性の変化をより適切に把握し、施工条件に応じた最適な製造方法、製造サイクルの選定手法を整備することが必要である。

一方、この石炭灰硬化体をより広範囲の海洋構造物に適用するための検討も必要であり、このためには、まず、石炭灰硬化体の製造にあたり無機塩類を使用することから懸念される内部鉄筋の腐食に対する検証を行い、長期における鉄筋腐食抵抗性を評価しておくことも重要である。さらに、すでに魚礁や藻場礁に用いられているコンクリートや石材などの素材との優位性比較の観点から、硬化体の生物付着特性を評価することも、海洋構造物への適用機会の増加の一助ともなると考えられる。

そこで本論文では、まず、石炭灰硬化体製造時の練混ぜ時間の増減や水粉体比の変化が、石炭灰硬化体の利用にあたっての重要な基本物性である圧縮強度ならびに体積変化特性に及ぼす影響を定量的に評価するとともに、施工条件に応じた石炭灰硬化体の製造マニュアルを提案した。また、海洋構造物に石炭灰硬化体を適用した際の長期健全性に関する検討として、暴露試験も含めた各種耐久性試験を実施し、石炭灰硬化体の塩分浸透性および内部鉄筋の腐食性について検証した。あわせて、暴露試験時に付着生物重量の定期的観察を行うことで、石炭灰硬化体の海洋生物付着基質としての有効性を評価した。

その結果、施工条件に応じた最適な製造方法選定手法を提案することで経済的に安定した品質の硬化体を製造する手法を確立した。また暴露試験により海洋環境での鉄筋の長期健全性と硬化体の付着基質としての有効性が明らかとなった。

キーワード：石炭灰、水粉体比、最適製造方法、鉄筋腐食抵抗性、生物付着

Summary

Fly-ash as by-product from coal-fired power plants is effectively used as a raw material of cement or admixture of concrete, and is expected to be going to increase in the future. Because the production of cement, that effectively uses about 70 percent of the ash, has decreased rapidly, the expansion of other effective uses is an important problem.

We have developed cementitious mixtures with a large proportion of fly-ash as an effective use and applied them to marine structures. These mixtures are made by mixing cement and fly-ash with a low

* 技術研究所

water-powder ratio close to the optimum water content and have the unique manufacturing characteristics which use compaction by fluidizing under vibration. A high quality of hardened fly-ash mixtures can thus be economically produced by drastically reducing the water-powder ratio. Moreover, early strength can be rapidly improved by using inorganic salt. However, it is necessary to understand the mixing condition and changes of various quality properties of this mixture according to the process of manufacture enough to promote effective use of the coal ash, as well as to maintain the best selection technique at the process of manufacture and the manufacturing cycle corresponding to conditions of performance at the same time.

Moreover, it is also important to verify the possibility of corrosion of the internal reinforcing bar because this mixture uses the inorganic salt when applying it to the offshore structure. In addition, it is thought that evaluating the marine biofouling characteristic by the comparison with concrete and stone becomes a help of an increase of the application chance to the offshore structure.

Then, in this study, I investigated the compressive strength and volume change characteristics of fly-ash mixture by changing the mixing time and the water-powder ratio based on a past process of manufacture, and I made a proposal about the manufacturing manual of the mixture corresponding to execution conditions. Moreover, I evaluated quantitatively the chloride ion penetration characteristic of the fly-ash mixture from the exposure examination result, and calculated the long-term resistant performance of an internal reinforcing bar under the corrosion situation. In addition, I evaluated the marine biofouling characteristic in the sea and the effectiveness of the material as the adhesion matrix by the periodical observation of the weight of the marine biofouling by the exposure test.

Consequently, we established a method for producing stable and economical hardened fly-ash mixtures by proposing a method to select the most suitable manufacturing method for construction conditions. In addition, its effectiveness as a adhesion matrix and long-term performance in the marine environment were made clear by the exposure test.