

石炭灰を利用した海上築堤の養生温度が強度に及ぼす影響

北海道電力(株) 正会員 田中 則和
 北海道電力(株) 正会員 水口 洋
 北海道開発局 正会員 北原 繁志

1. はじめに

現在、火力発電所から発生する石炭灰の約 7 割程度が再利用されているが、そのほとんどがセメント原料としての利用である。今後、石炭火力発電所の増設に伴い発生する石炭灰に対処するためには、恒常的かつ大量利用可能な有効利用の技術開発が急務とされている。

石炭灰(海外炭フライアッシュ)と浚渫土砂、セメントを使用して開発した水中硬化体の技術で平成 10 年度に約 2 万 m³の海上築堤の施工を行い良好な施工結果を得ている。¹⁾²⁾

本報告は、平成 11 年度にも同様の海上築堤工事を実施した際の試験結果から、現場養生効果が強度促進に及ぼす影響に着目し、その試験内容および結果について報告するものである。

2. 施工

従来は雑割石等の材料により海上築堤を造成しているが、今回、二次盛土については、浚渫して仮置きしている土砂にフライアッシュ、セメント、水を混合した改良土を使用した。改良土はダンプトラックにて運搬し、直接バックホウにて海中に投入して、翌日、硬化した築堤の上にバックホウが載

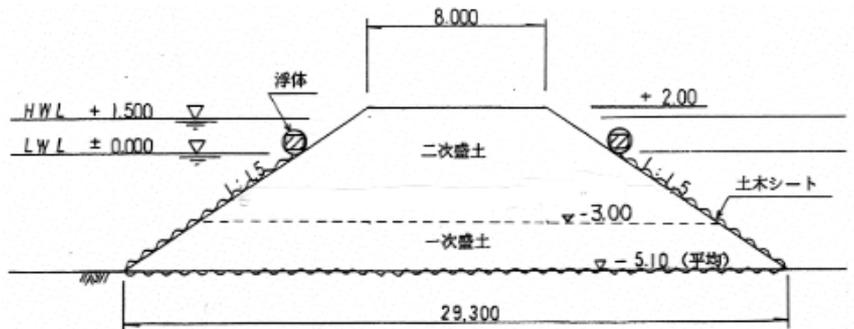


図 1 築堤標準断面図(延長 143m)

り、投入を繰り返しながら前方に進んで行く施工方法で築堤を造成している。フライアッシュは改良土の水中不分離性の改善と強度増進に効果的であることで使用している。含水比はミニスランプ(h=15cm)で 1.5±1cm の弱流動性となるように配合を決定している。

表 - 1 標準配合表 (kg/m³)

土砂(乾燥)	フライアッシュ	高炉セメントB種	海水
1090	300	80	437

3. 試験結果および考察

施工は築堤のボーリングコアによる現場強度、プラント混合・室内養生(20℃・水中)、および室内混合・養生供試体の強度を比較し、施工管理を実施した。図 - 2 に現場強度の一例を示す。

プラント強度は 0.4N/mm²、室内強度は 1.3N/mm²に対し、現場強度は全てプラントを上回り、深度が深くなるほど強度が大きい傾向が見られた。材料は水中に直接投入しており、乱れによってプラント強度より強度低下すると予想されるが、異なる傾向の結果が得られた。

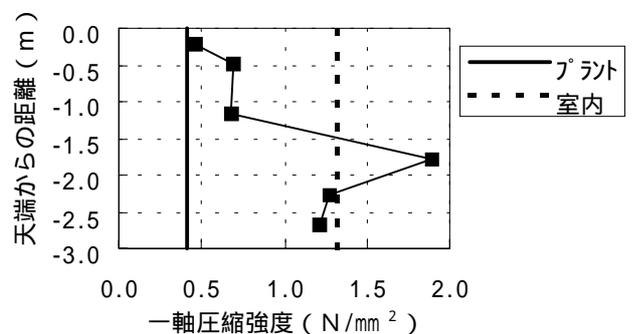


図 - 2 現場強度(材齢 6 日)

図 - 3 と図 - 4 に打設直後(平成 11 年 10 月 23 日)から熱電対を用いて測定した、築堤内部(天端から -0.7,-1.4,-2.1,-2.8m)および外気温度、海水温度のデータを示す。

キーワード：石炭灰、水中硬化体、強度増進、養生効果、積算温度

北海道電力(株)総合研究所 〒067-0033 江別市対雁 2 - 1 TEL011-385-6553 FAX011-385-7553

外気温は0~18、周辺の海水温度は5~15を記録している。一方、築堤内部のGL-2.1mの温度は、打設後の測定開始の20から5日後までに30に上昇しており、その後も30を維持している。

図-4より深度が深いほど温度が高いことが分かり、湿潤密度は深度別で変化がなかったことから、図-2の結果と合わせると、温度養生効果により現場強度が大きくなったと推定できる。

室内試験において、表-1の配合で作製した供試体を20,30,40に養生温度を変化させ、強度試験をした結果を図-5に示す。養生温度が40のケースは20のケースと比較して2~2.8倍、30のケースは1.4~1.8倍強度が増加していることが分かる。

以上のことから、築堤の現場強度が室内およびプラント強度より高かったことは、室内強度およびプラント強度の養生温度が20であるのに対し、1日の打設量が大量(最大650m³)打設のため、固化反応に伴う発熱が蓄積され、内部温度が高いことが原因であったと言える。

一方で、コンクリートの強度増進過程をコンクリート養生温度の積算温度を利用して圧縮強度を推定する方法がある。

$$M = (T - A) \cdot t \dots \dots \dots (1)$$

ここに、M：積算温度(・日または・時間)

T：t時間中のコンクリート温度()

A：基準温度(一般的には-10)

t：時間(日または時間)

鎌田ら³⁾は、高温域では基準温度を+10とした方が、近似誤差が小さくなると提案しており、今回の試験データを式(1)に基準温度をA=+10として計算し、積算温度を対数軸でグラフに示したものが図-6であり、基準温度を-10とした場合より、相関係数の高い近似式が得られた。

4. まとめ

改良土の圧縮強度は養生温度に強く依存し、築堤の強度がプラント強度や室内より高かったことは、固化反応に伴う発熱による温度養生効果が原因であったと言える。

積算温度と圧縮強度の関係は、積算温度を対数にした回帰曲線で表すことができる。

【参考文献】1)高橋昌之、浮津憲一、田中則和：石炭灰を利用した超固練りスラリーの水中盛土材への適用性に関する実験的検討．土木学会第54回年次学術講習会講演集第5部、pp30-31、1999年．2)川原眞、小林仁、岡崎光信．石炭灰を利用した海上築堤の施工．土木学会第54回年次学術講習会講演集第6部、pp596-597、1999年．3)吉野利幸、大楽隆男、鎌田英治：高温域を含む各種養生温度でのコンクリート強度増進性状、セメント・コンクリート論文集 No.45、pp370-375、1991

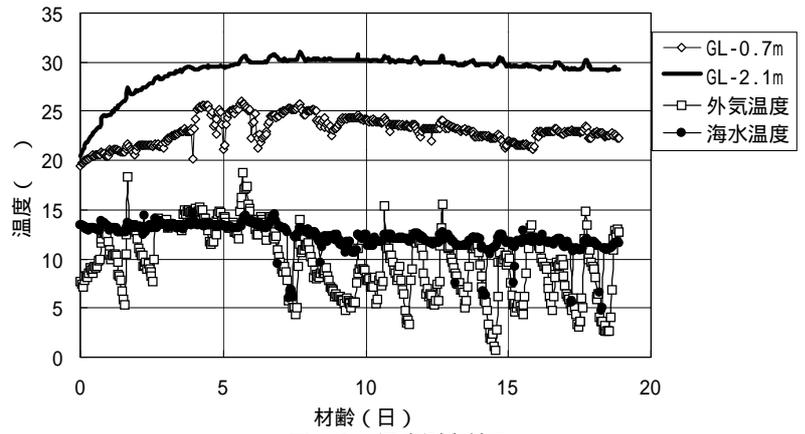


図-3 温度測定結果

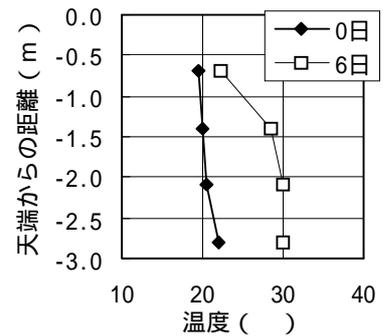


図-4 深度別測定結果

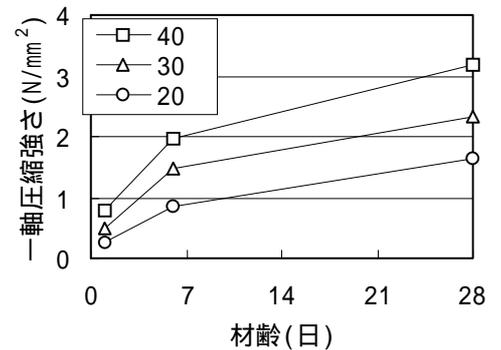


図-5 室内試験結果

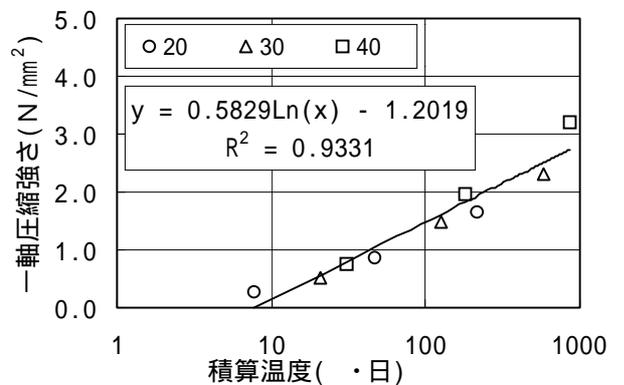


図-6 積算温度と強度の関係