

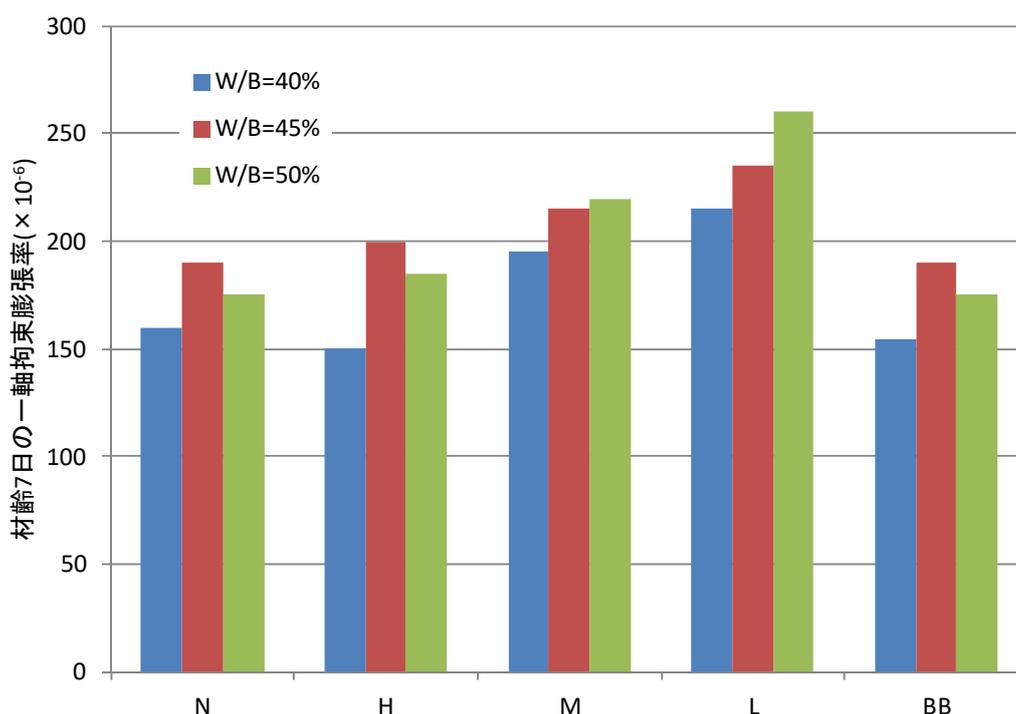
[参考資料]

1. 各種セメントを使用した膨張コンクリートの特性

ここでは、各セメントを使用した膨張コンクリートの特性について示します。なお、ここで使用した膨張材は、弊社製品である高性能膨張材「スーパーサクス Type-S」です。

1.1 標準使用量での一軸拘束膨張率

各セメントを使用したコンクリートの水結合材比を 40、45、50%とし、単位膨張材量を標準使用量である 20kg/m³とした場合の一軸拘束膨張率を参考図 1.1-1 に示します。

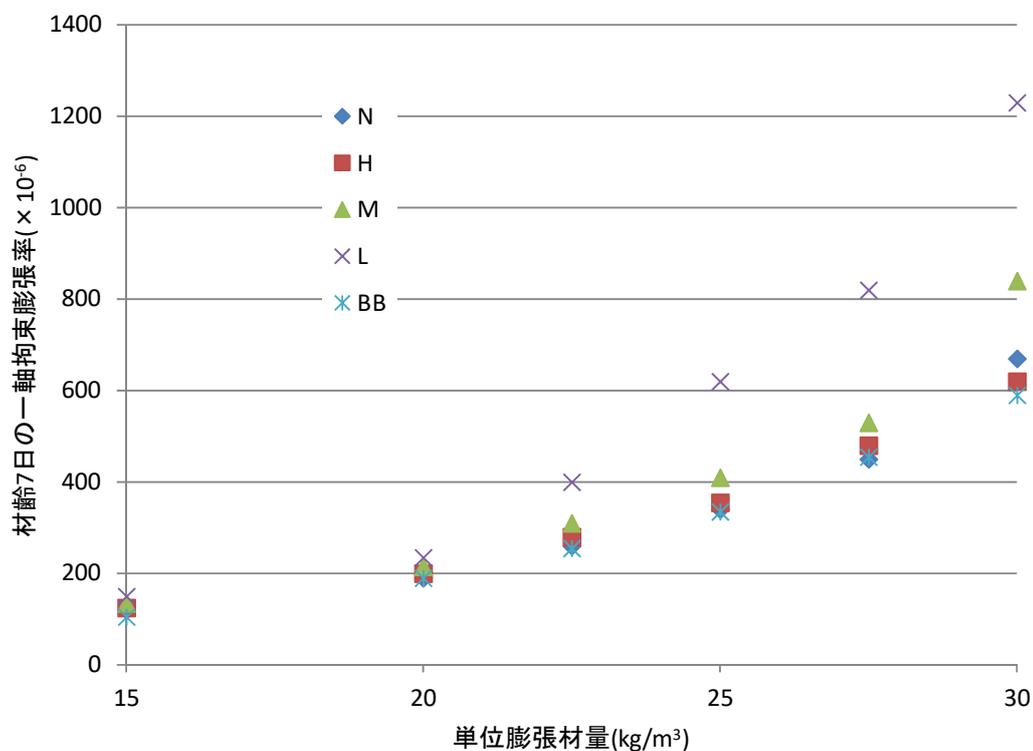


参考図 1.1-1 標準使用量での一軸拘束膨張率

参考図 1.1-1 から、セメントの種類によって一軸拘束膨張率が変化しているのが分かります。特に、M や L のように初期の強度発現が緩やかなセメントほど一軸拘束膨張率が大きくなる傾向にあります。

1.2 単位膨張材量と一軸拘束膨張率の関係

水結合材比 45%における単位膨張材量と一軸拘束膨張率の関係を参考図 1.2-1 に示します。



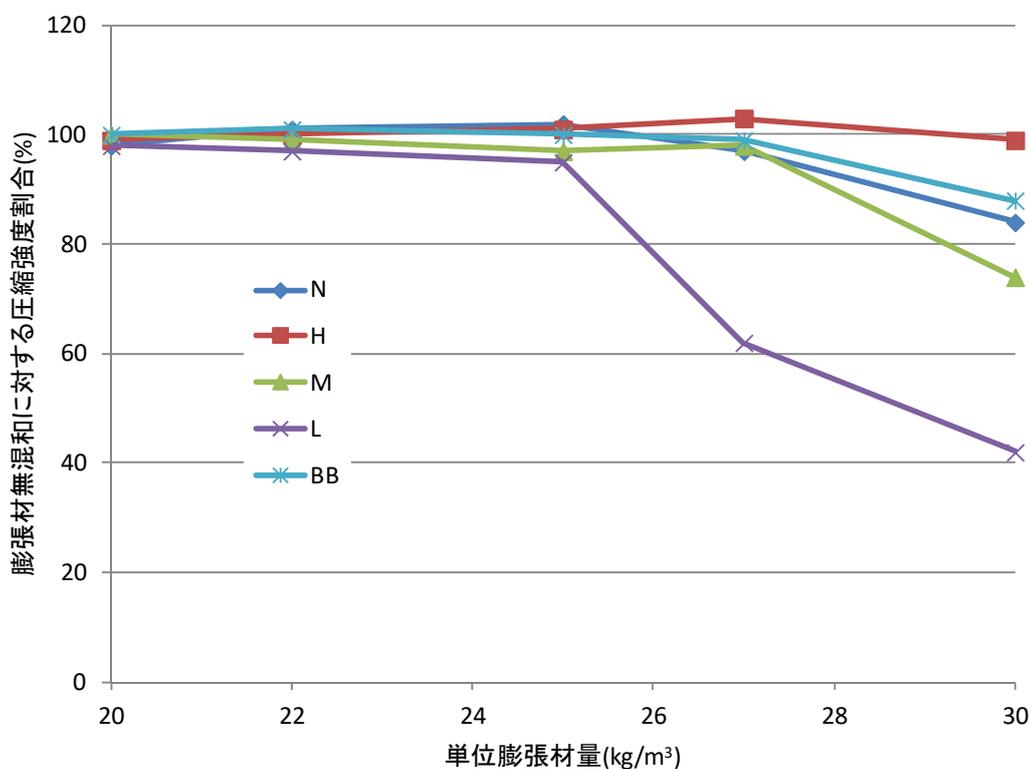
参考図 1.2-1 単位膨張材量と一軸拘束膨張率の関係

膨張材の標準使用量での一軸拘束膨張率（参考図 1.2-1）で示したように、一軸拘束膨張率は、MやLのように強度発現が緩やかなセメントほど大きくなる傾向がありました。参考図 1.2-1 から、単位膨張材量に応じた一軸拘束膨張率の増加割合は、同じく強度発現が緩やかな M や L の場合に大きくなります。特に、L のケースについては、膨張材の標準使用量である 20kg/m³を超えたあたりから、急激に一軸拘束膨張率が大きくなることに注意が必要です。

1.3 単位膨張材量ごとの圧縮強度の変化

コンクリートに過度な膨張ひずみが生じた場合、硬化体組織が膨張破壊を起こし、強度が著しく低下する原因となります。参考図 1.2-1 に示した L のように、単位膨張材量の増加によって一軸拘束膨張率が急激に大きくなるようなケースでは特に注意が必要です。そこで、単位膨張材量ごとの圧縮強度の変化を纏めましたのでご覧下さい(参考図 1.3-1)。

参考図 1.3-1 から、L のケースで 25kg/m^3 、H を除くその他のケースで 27.5kg/m^3 を超えたあたりから、強度の低下傾向が認められます。これは、過度な膨張ひずみが原因で圧縮強度用供試体に何らかの損傷が生じたことによるものと考えられます。このことから単位膨張材量は、標準使用量もしくは要求品質を満たす所定量に留めることが重要です。



参考図 1.3-1 単位膨張材量ごとの圧縮強度の変化

2. 高炉スラグ微粉末やフライアッシュを使用したコンクリートの断熱温度上昇特性

近年、セメント生産時に発生する CO₂ 量の抑制を目的に高炉スラグ微粉末やフライアッシュといった混和材を使用したコンクリートが注目され、低炭素型コンクリートと呼ばれています。これらコンクリートは、CO₂ 量抑制の目的のほか、コンクリート硬化時の発熱低減のために使用されることもあります。そこで、当社ポルトランドセメントと高炉スラグ微粉末 4000 やフライアッシュ II 種を組み合わせた幾つかのケース（参考表 2-1 参照）について断熱温度上昇特性を整理しました。それら結果は参考図 2-1～図 2-30 に示す通りであり、ベースセメント、混和材置換率、ベースセメントと混和材の合算量である単位結合材量、更には打込み温度の条件から式(2-1)に示す断熱温度上昇式の Q_{∞} と α をグラフから読み取ることができます。ただし、水結合材比は 40～65%（ダムコンクリートは 50～80%）の範囲でこれらグラフを活用して下さい。

$$Q(t)=Q_{\infty}\{1-\exp(-\alpha t)\} \quad (2-1)$$

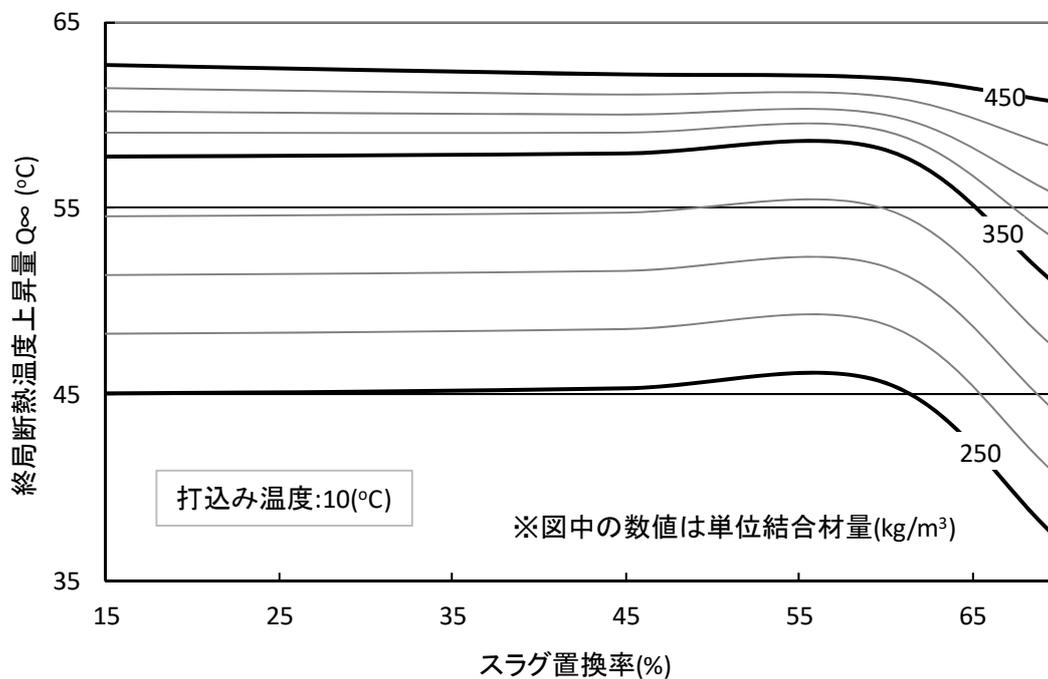
ここに、 Q_{∞} ：終局断熱温度上昇量(°C)、 t ：材齢(日)、 α ：実験定数

参考表 2-1 セメントと混和材の組合せ

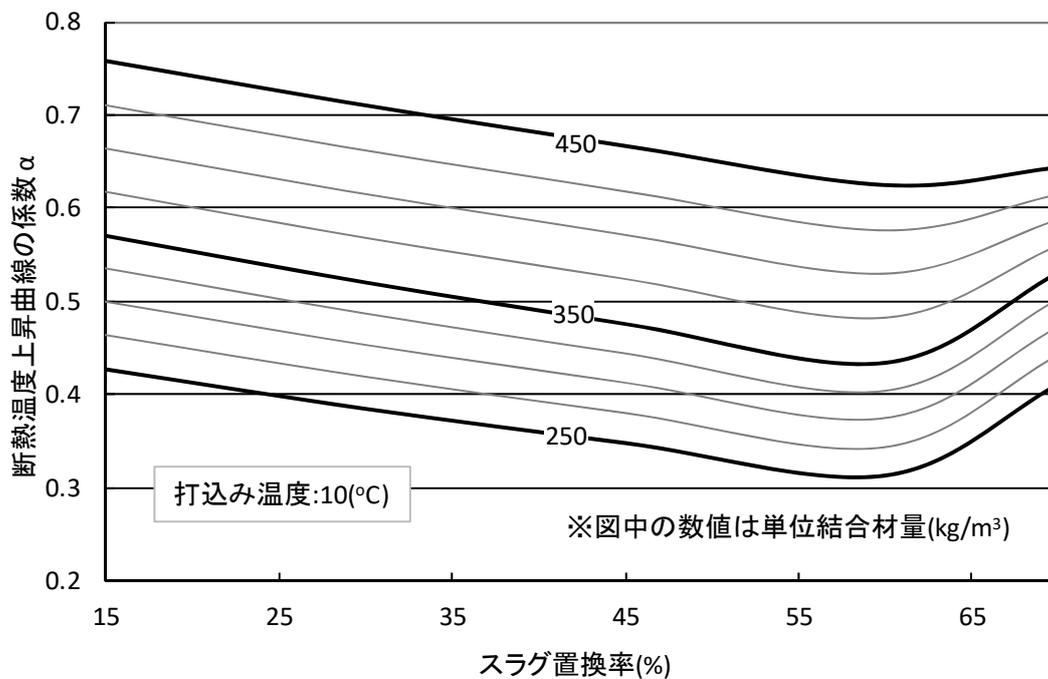
セメント種類	混和材種類	打込み温度(°C)	混和材置換率(%)	単位結合材量(kg/m ³)	参照図
N	高炉スラグ微粉末	10	15～70	250～450	参考図 2-1 ～参考図 2-6
		20	15～70	250～450	
		30	15～70	250～450	
N	フライアッシュ	10	5～30	250～450	参考図 2-7 ～参考図 2-12
		20	5～30	250～450	
		30	5～30	250～450	
H	高炉スラグ微粉末	10	30～80	250～450	参考図 2-13 ～参考図 2-18
		20	30～80	250～450	
		30	30～80	250～450	
M	フライアッシュ	10	5～30	120*～450	参考図 2-19 ～参考図 2-24
		20	5～30	120*～450	
		30	5～30	120*～450	
L	高炉スラグ微粉末	10	15～70	250～450	参考図 2-25 ～参考図 2-30
		20	15～70	250～450	
		30	15～70	250～450	

*：混和材置換率 20～30%においてダムコンクリートを想定した結合材量を適用

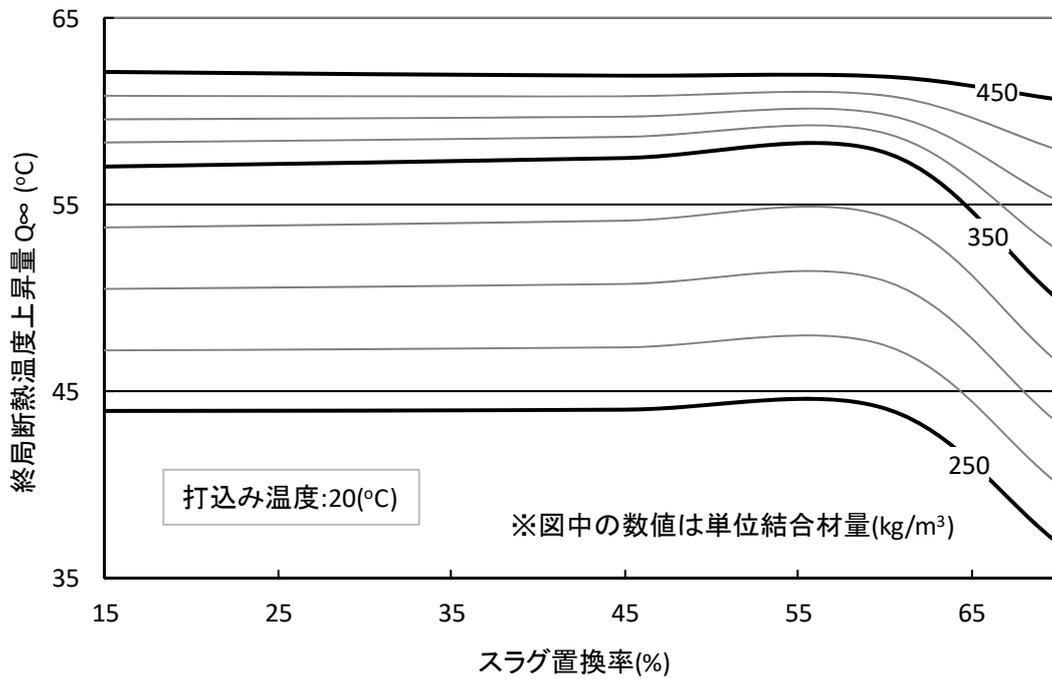
(1) 普通ポルトランドセメント+高炉スラグ微粉末のケース



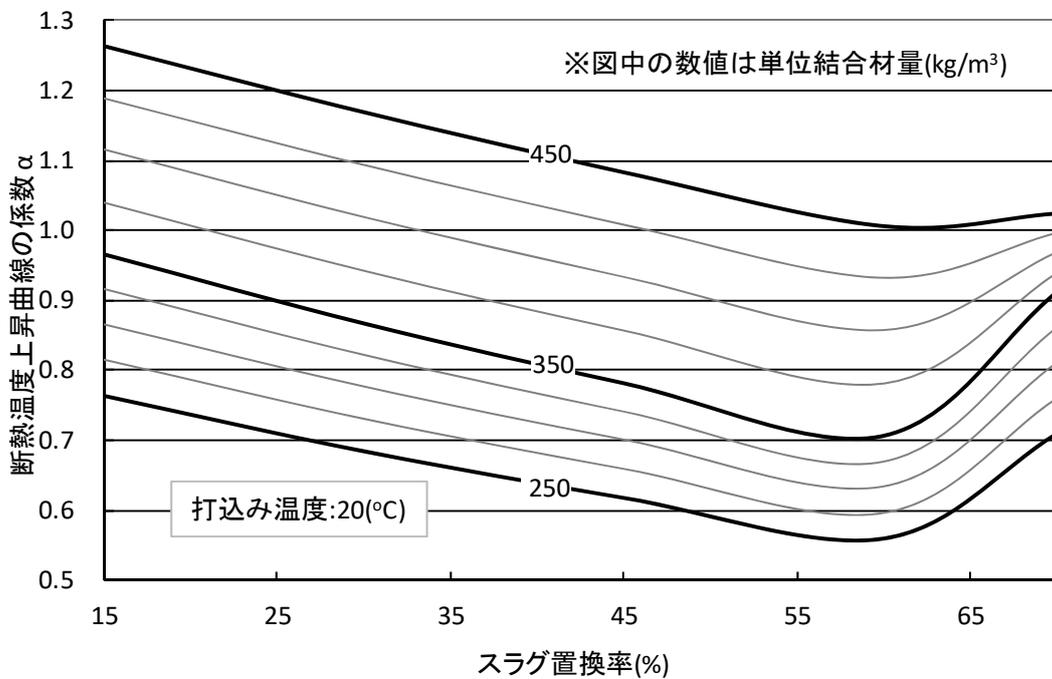
参考図 2-1 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 10°C)



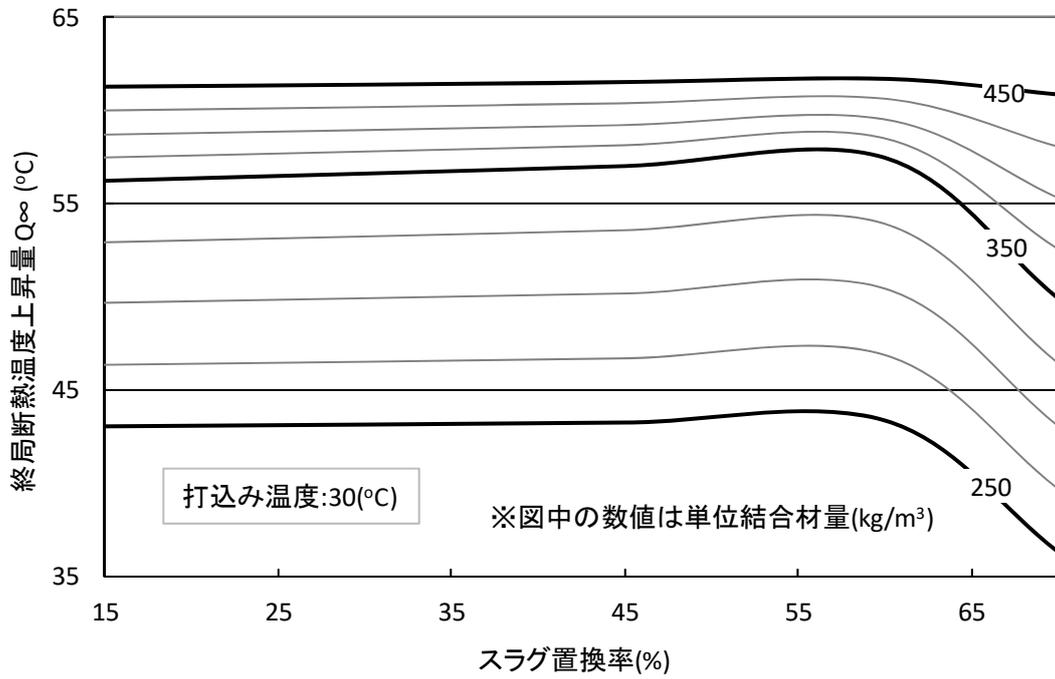
参考図 2-2 係数 α の算定図 (打込み温度 10°C)



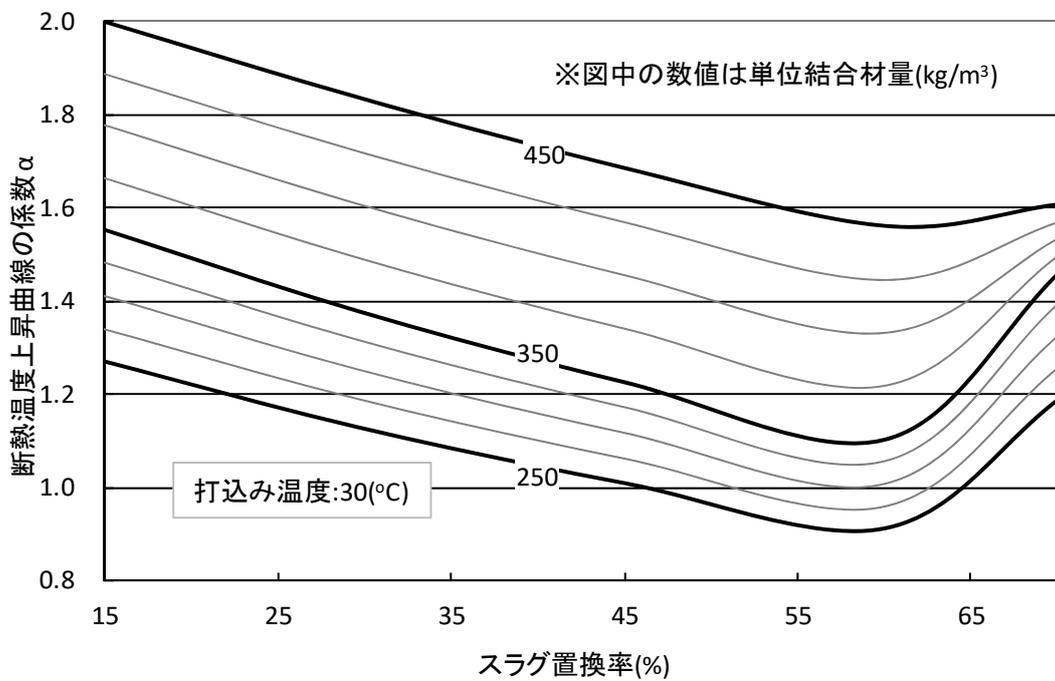
参考図 2-3 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 20°C)



参考図 2-4 係数 α の算定図 (打込み温度 20°C)

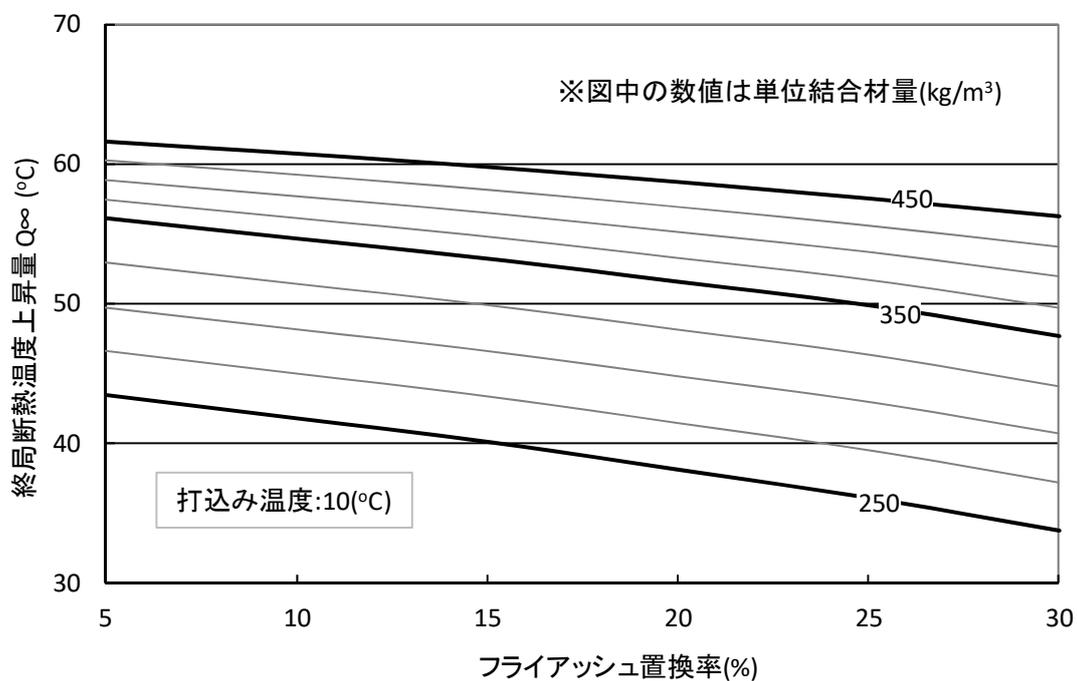


参考図 2-5 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 30°C)

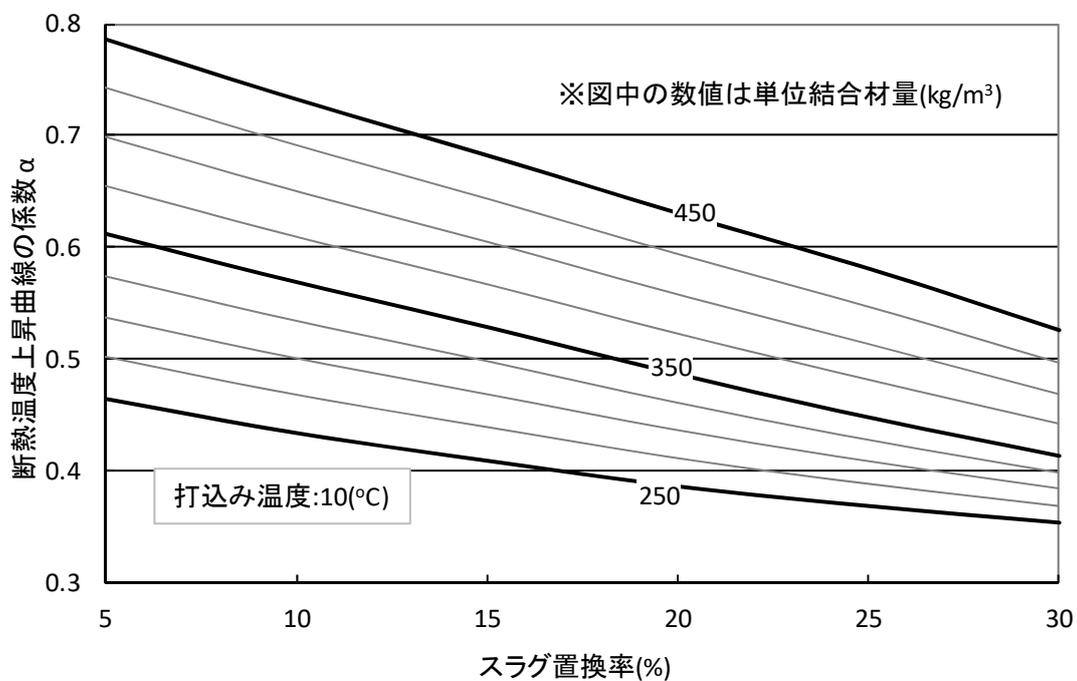


参考図 2-6 係数 α の算定図 (打込み温度 30°C)

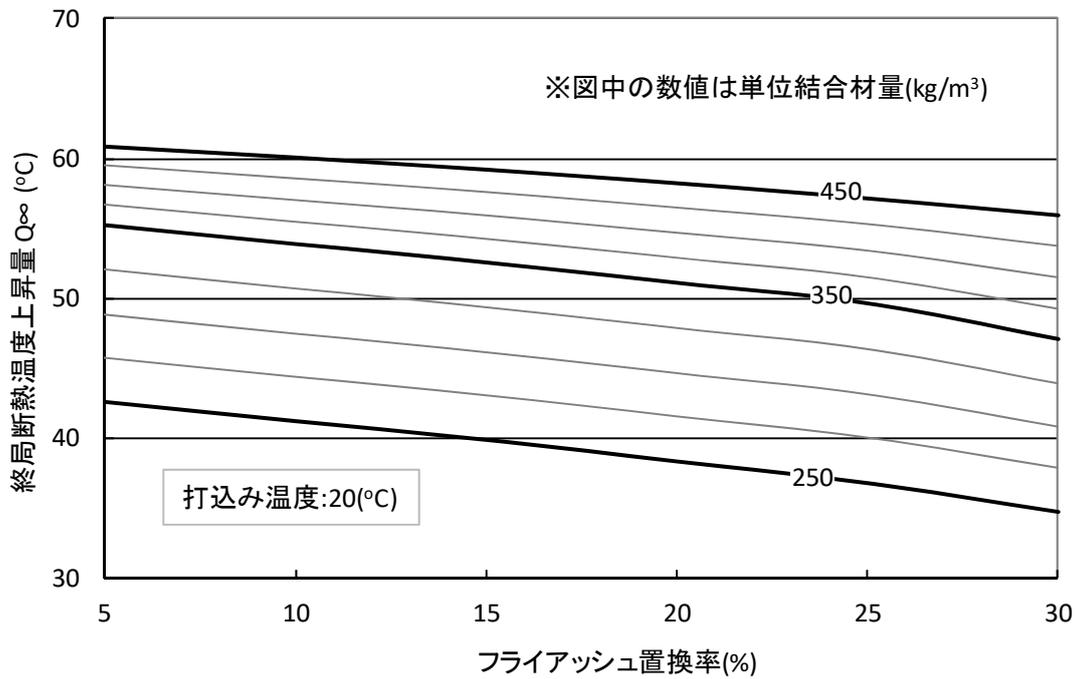
(2) 普通ポルトランドセメント+フライアッシュのケース



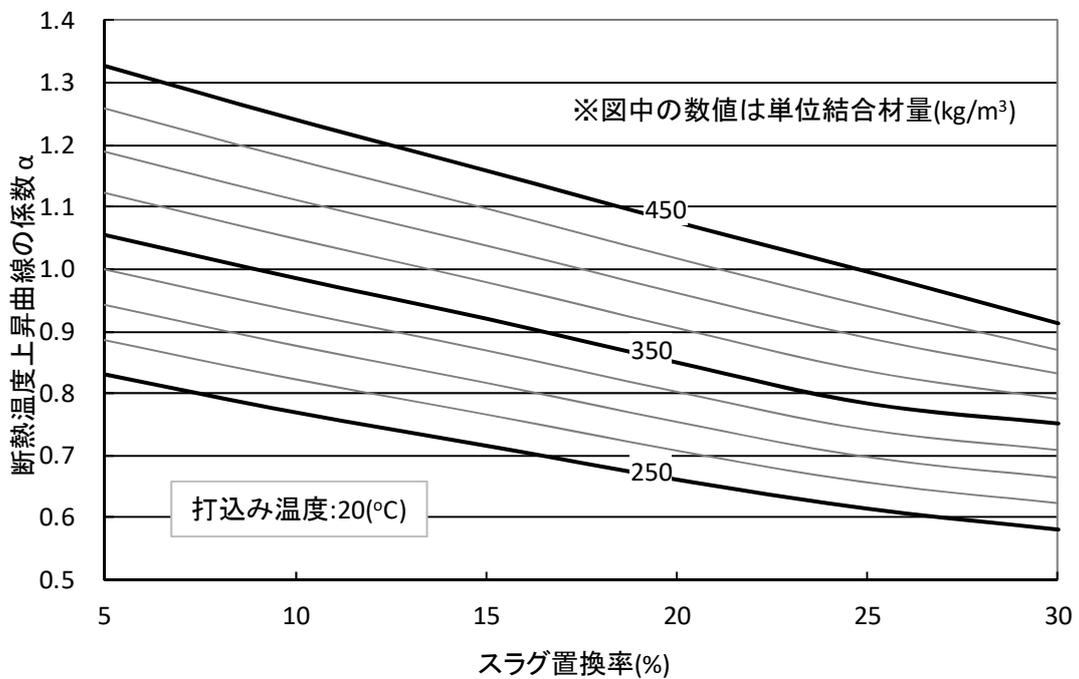
参考図 2-7 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 10°C)



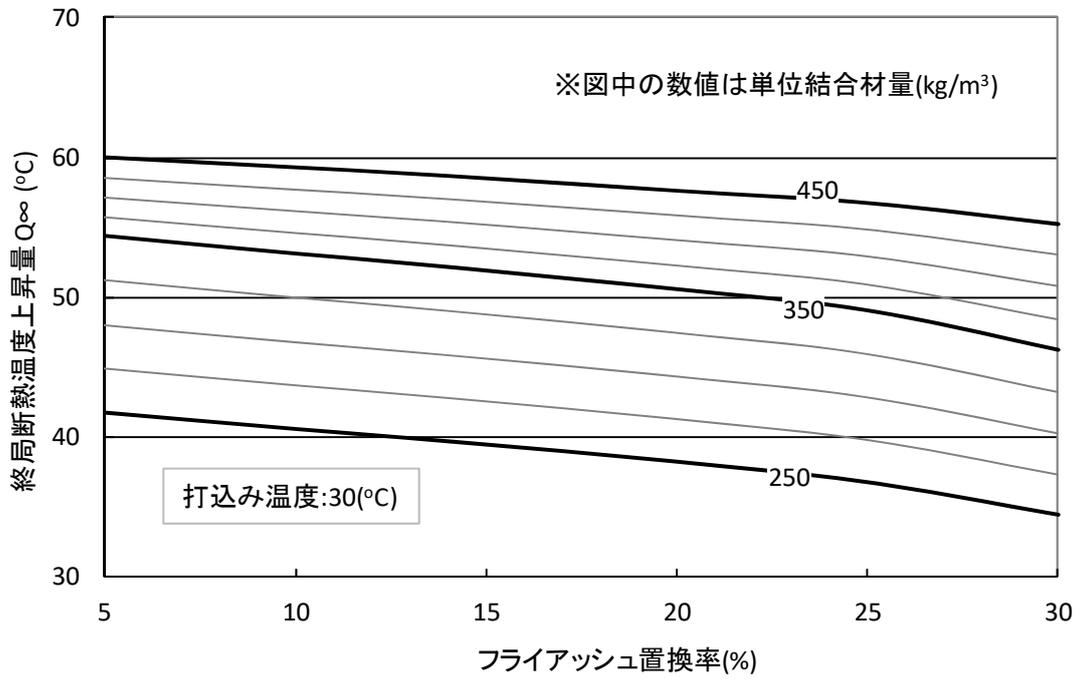
参考図 2-8 係数 α の算定図 (打込み温度 10°C)



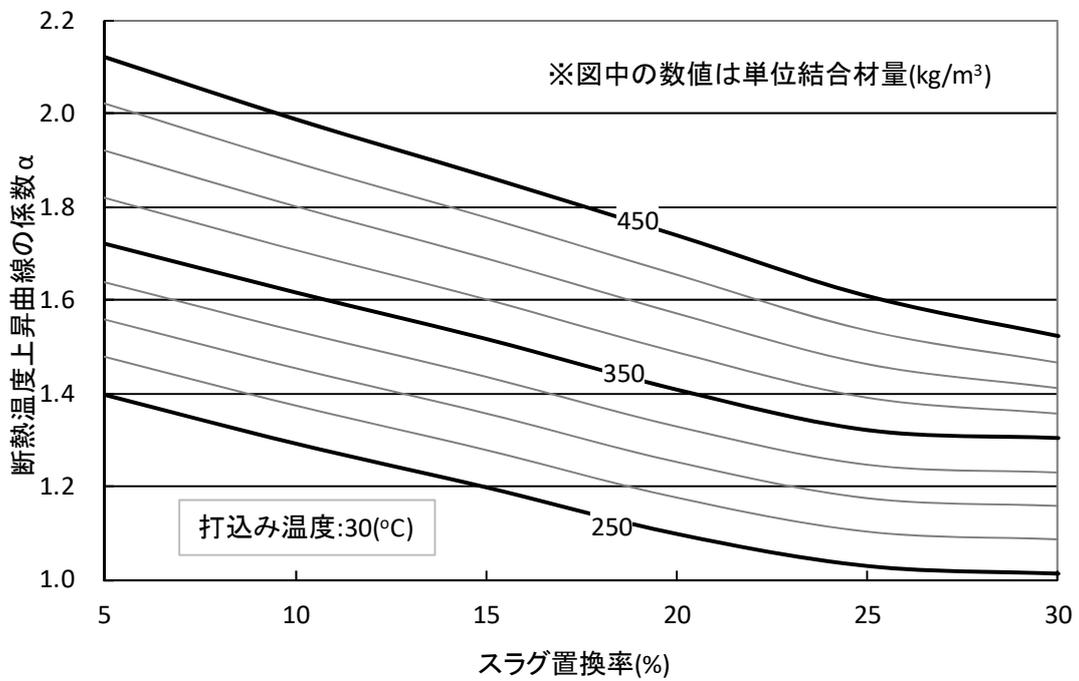
参考図 2-9 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 20°C)



参考図 2-10 係数 α の算定図 (打込み温度 20°C)

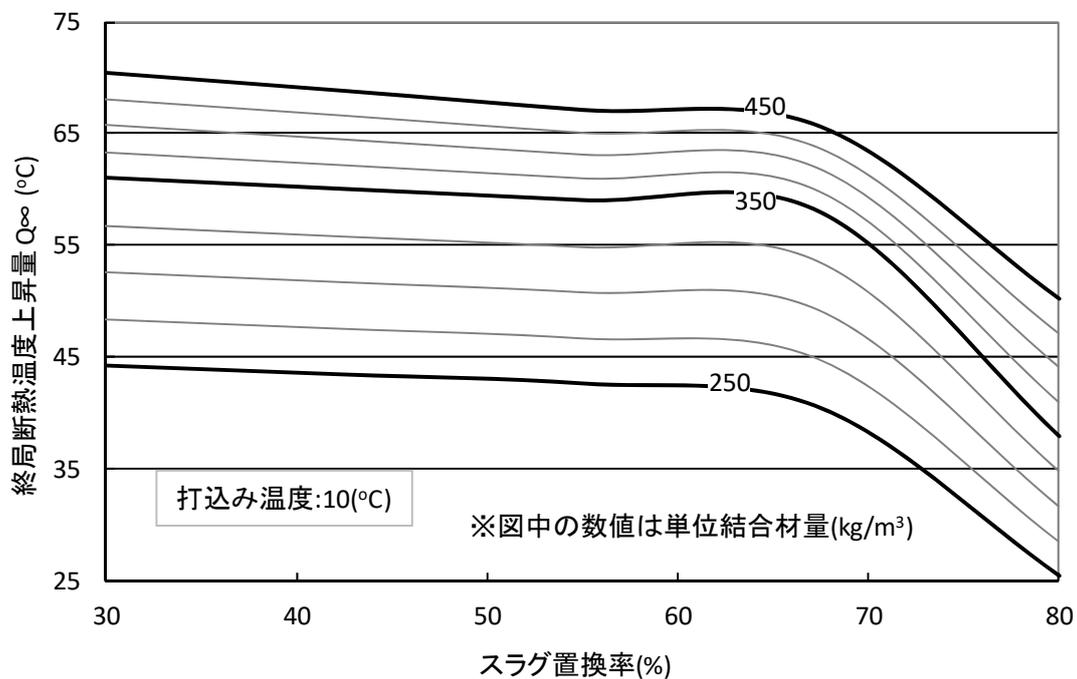


参考図 2-11 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 30°C)

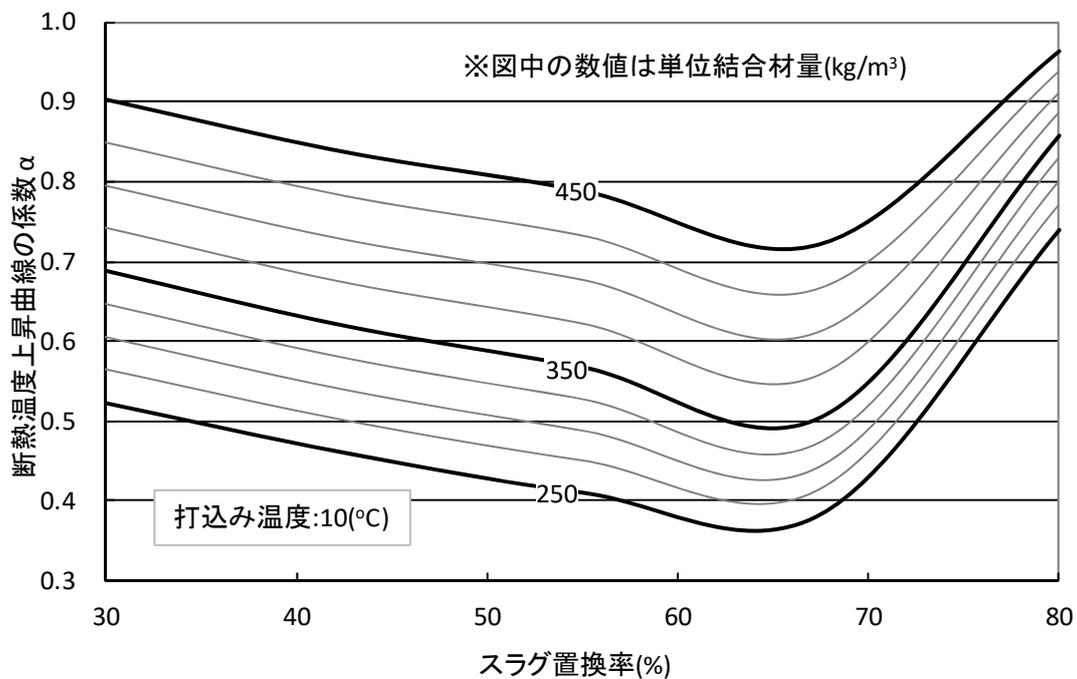


参考図 2-12 係数 α の算定図 (打込み温度 30°C)

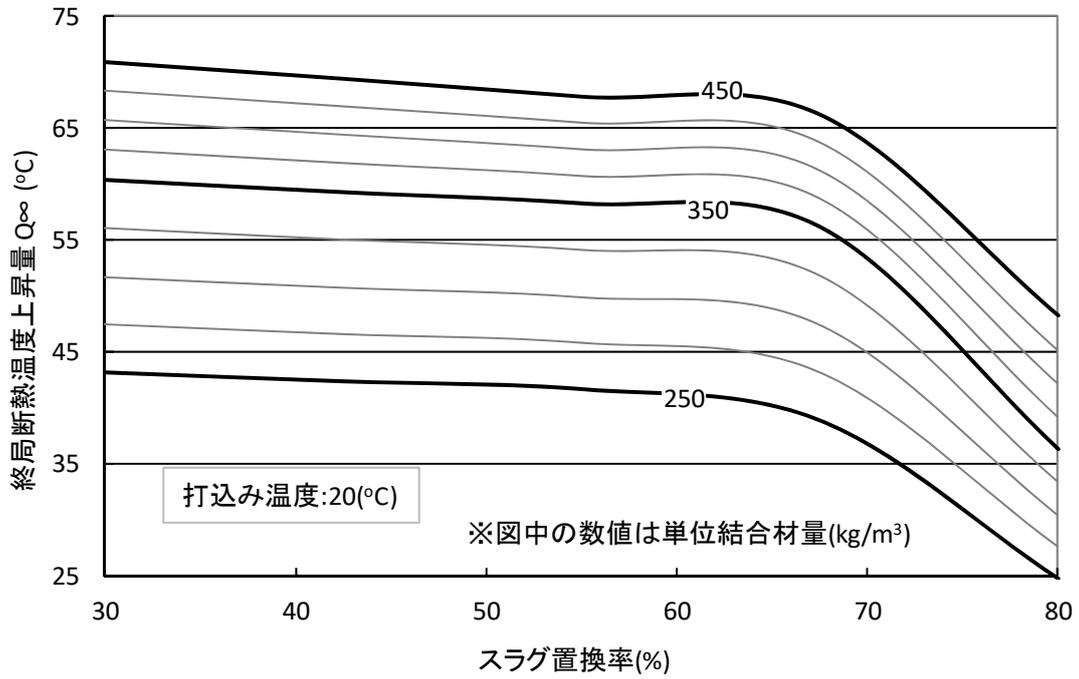
(3) 早強ポルトランドセメント+高炉スラグ微粉末のケース



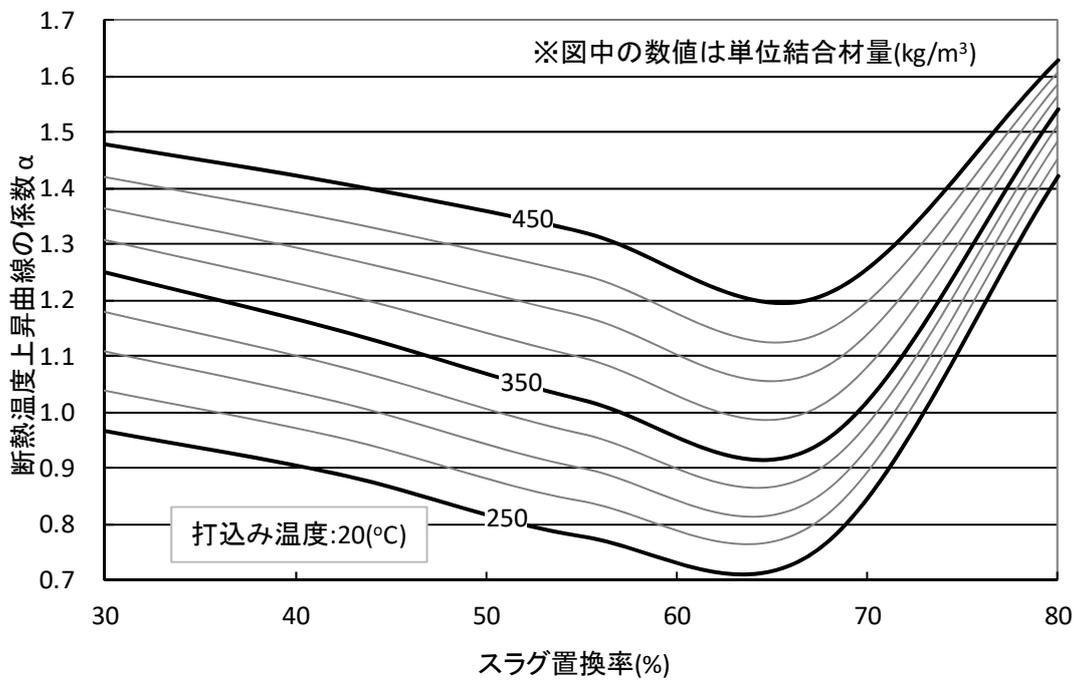
参考図 2-13 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 10°C)



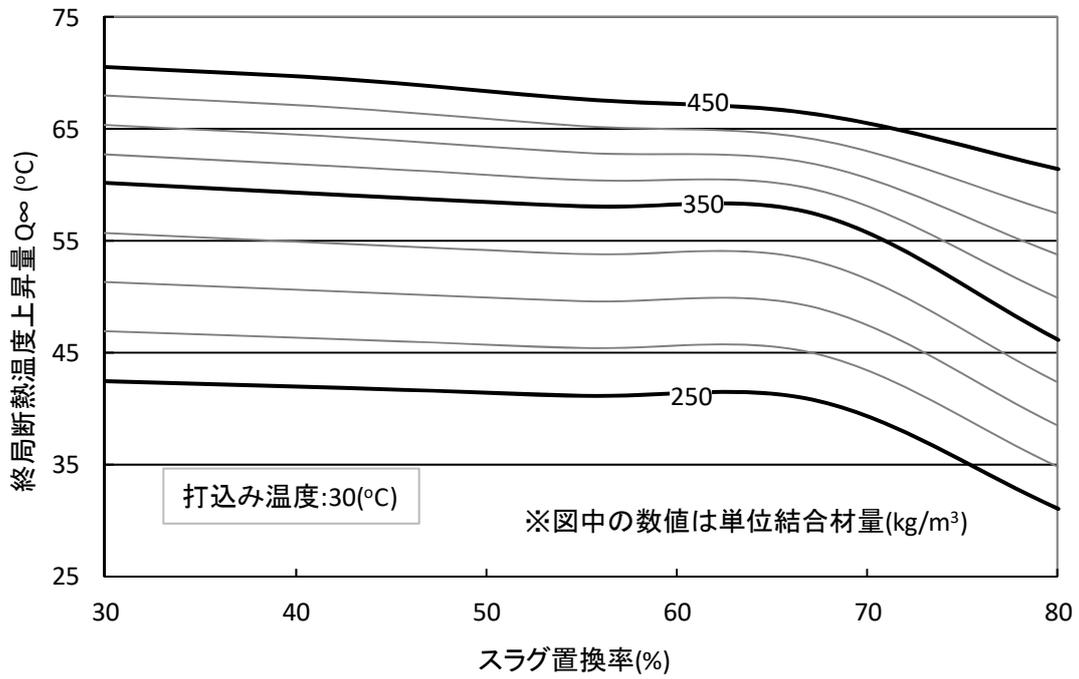
参考図 2-14 係数 α の算定図 (打込み温度 10°C)



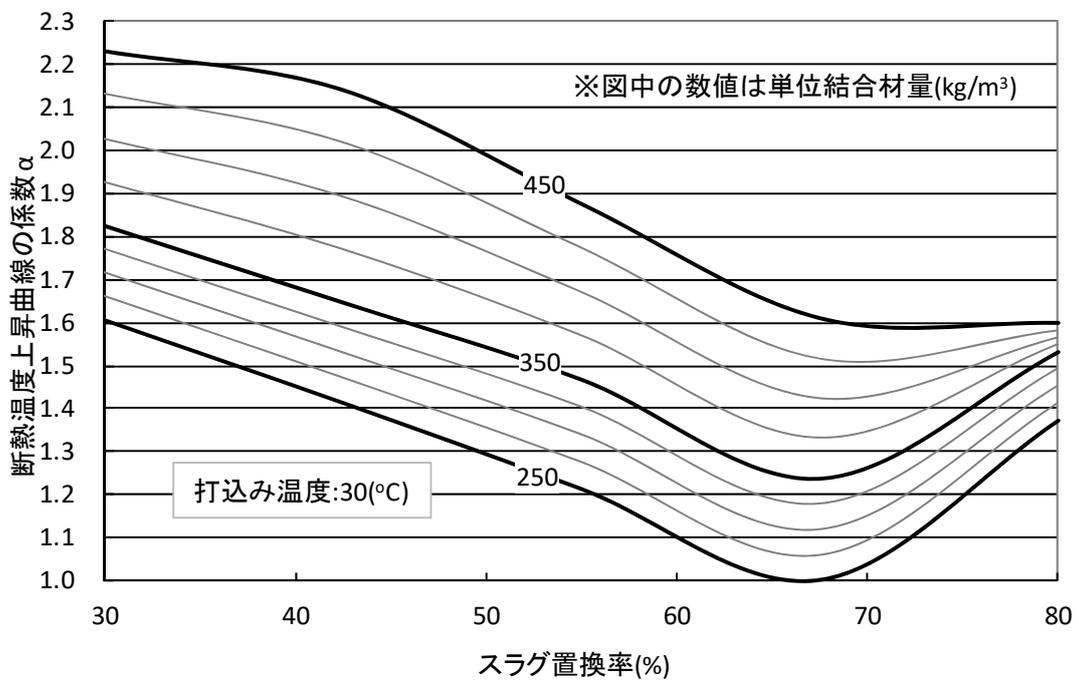
参考図 2-15 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 20°C)



参考図 2-16 係数 α の算定図 (打込み温度 20°C)

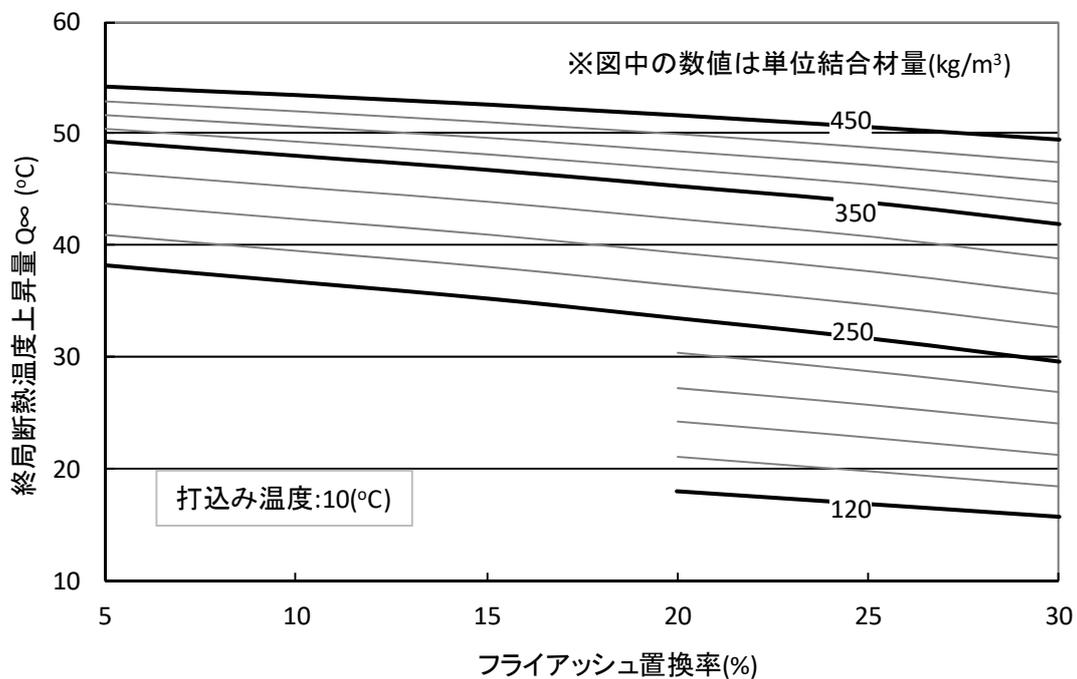


参考図 2-17 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 30°C)

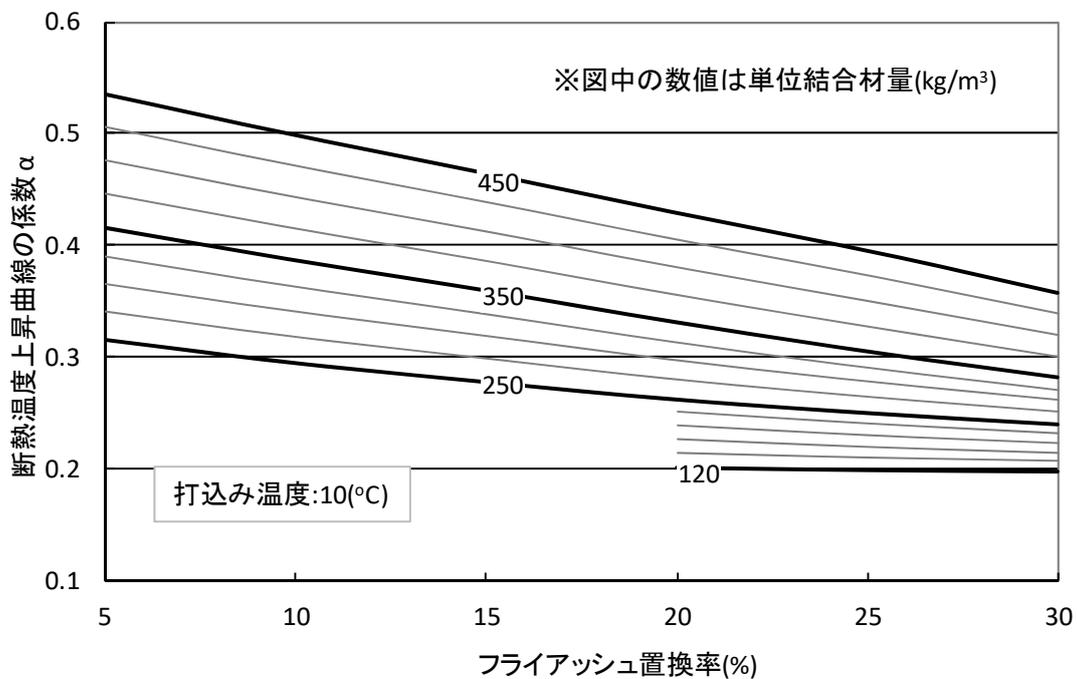


参考図 2-18 係数 α の算定図 (打込み温度 30°C)

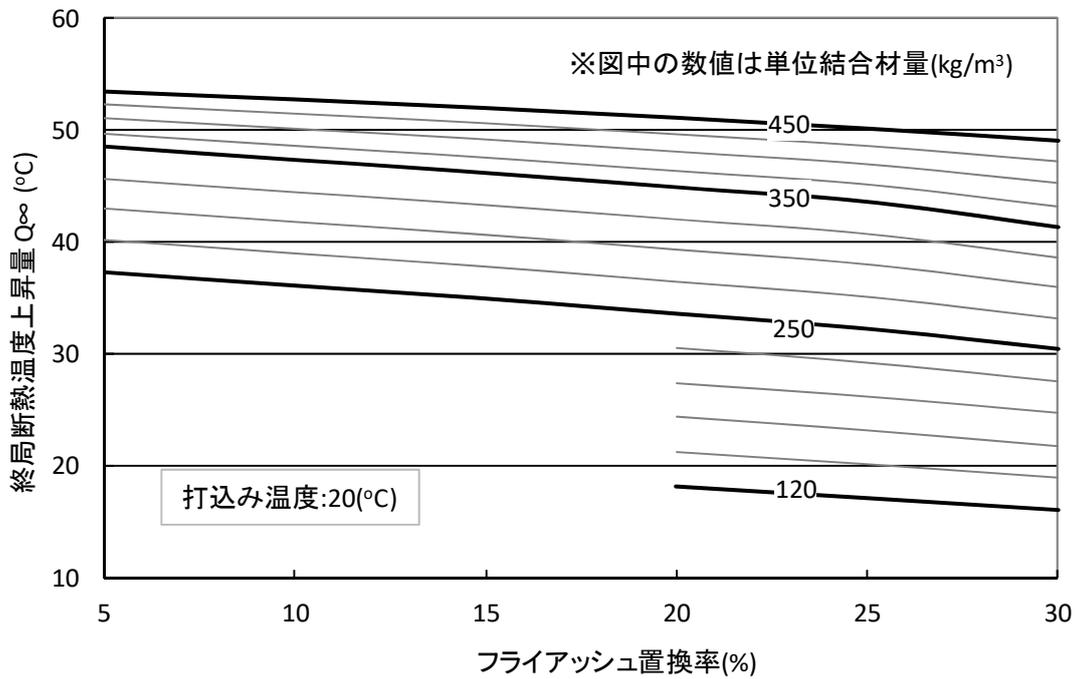
(4) 中庸熱ポルトランドセメント+フライアッシュのケース



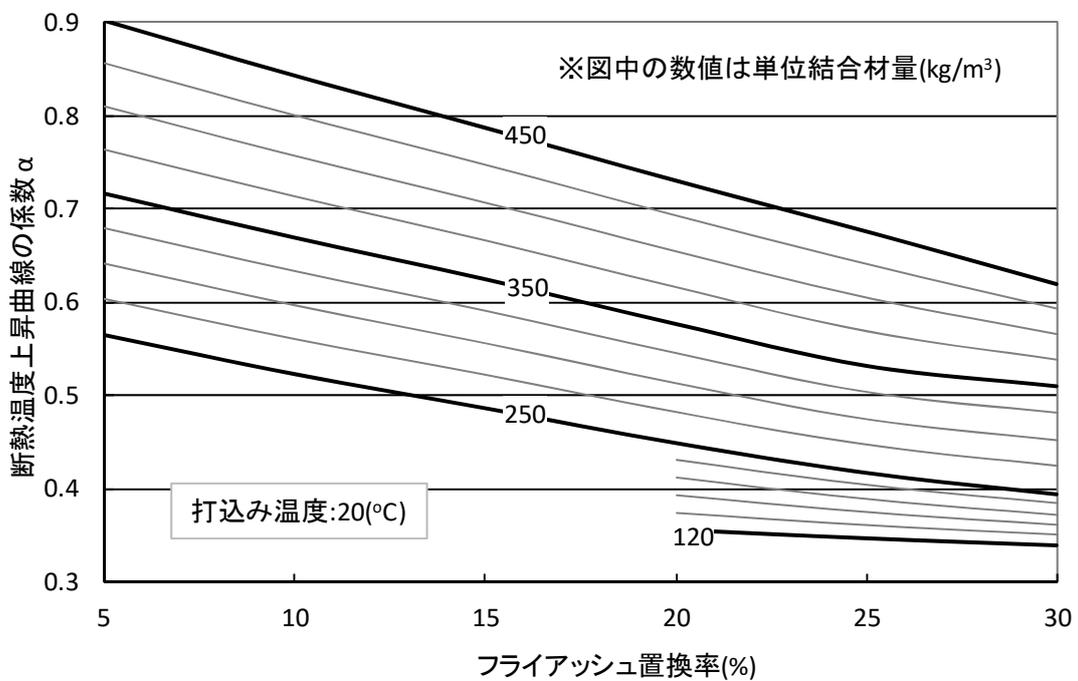
参考図 2-19 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 10°C)



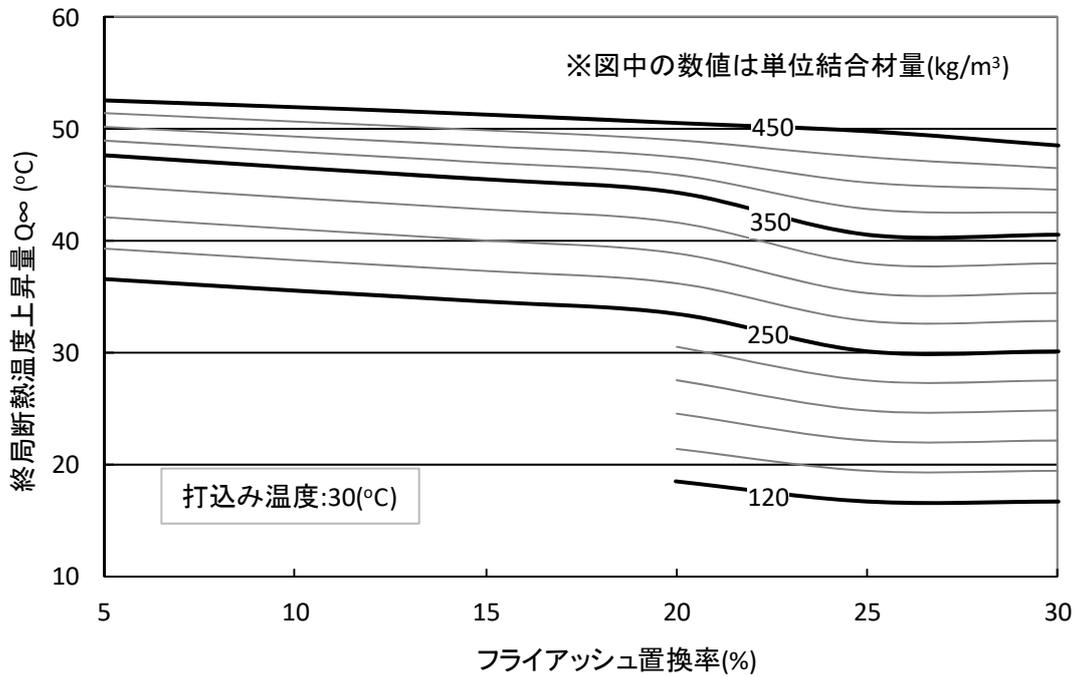
参考図 2-20 係数 α の算定図 (打込み温度 10°C)



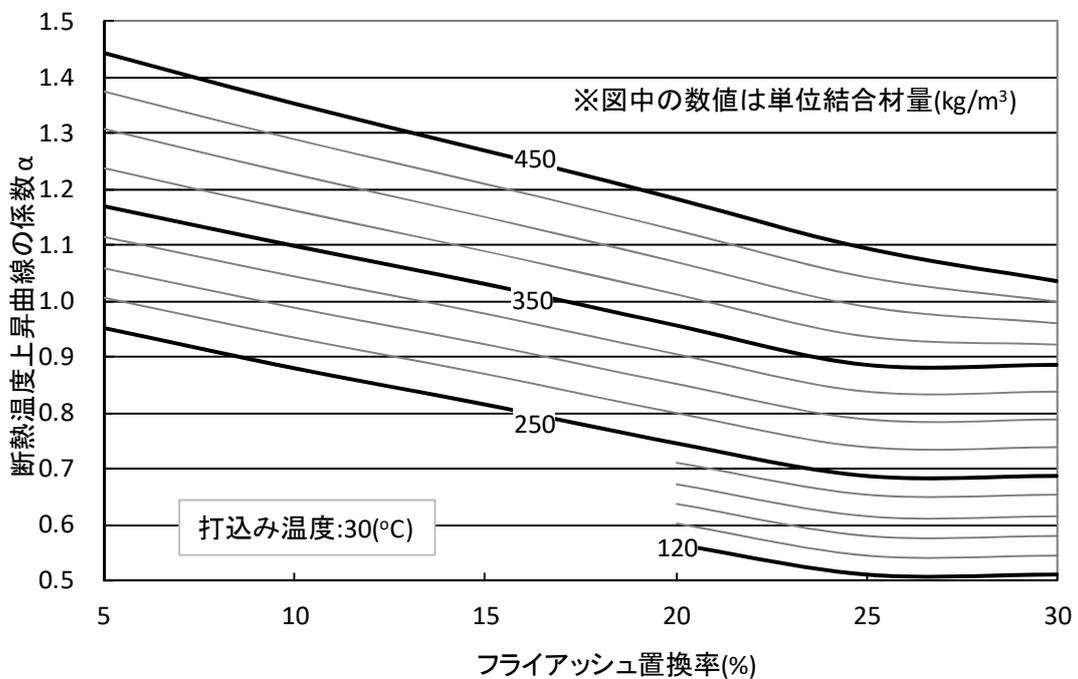
参考図 2-21 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 20°C)



参考図 2-22 係数 α の算定図 (打込み温度 20°C)

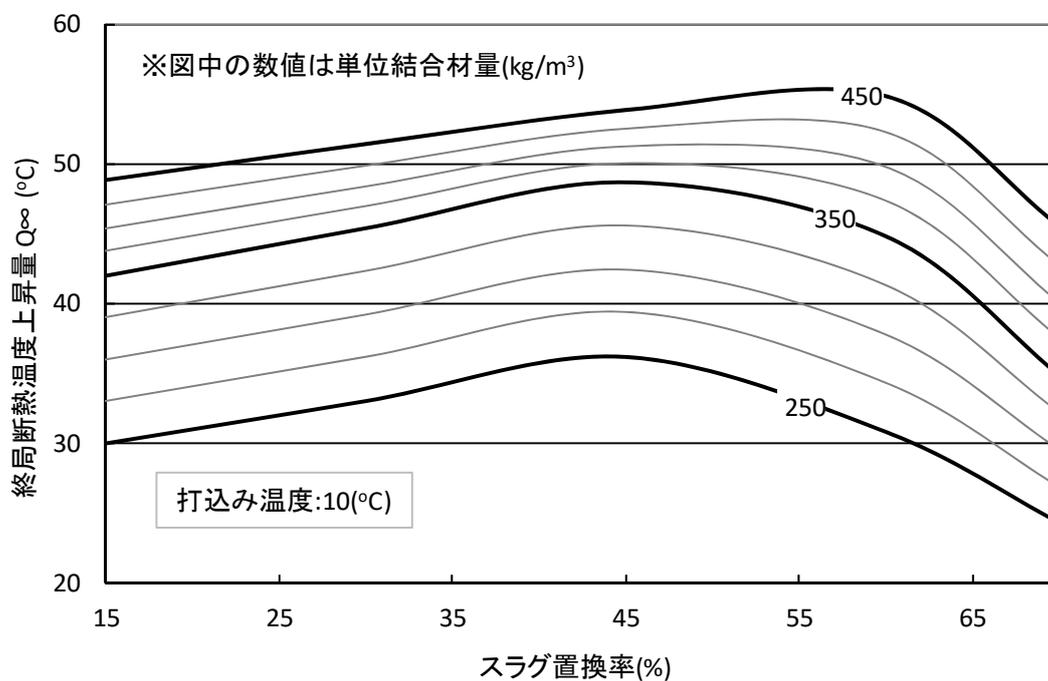


参考図 2-23 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 30°C)

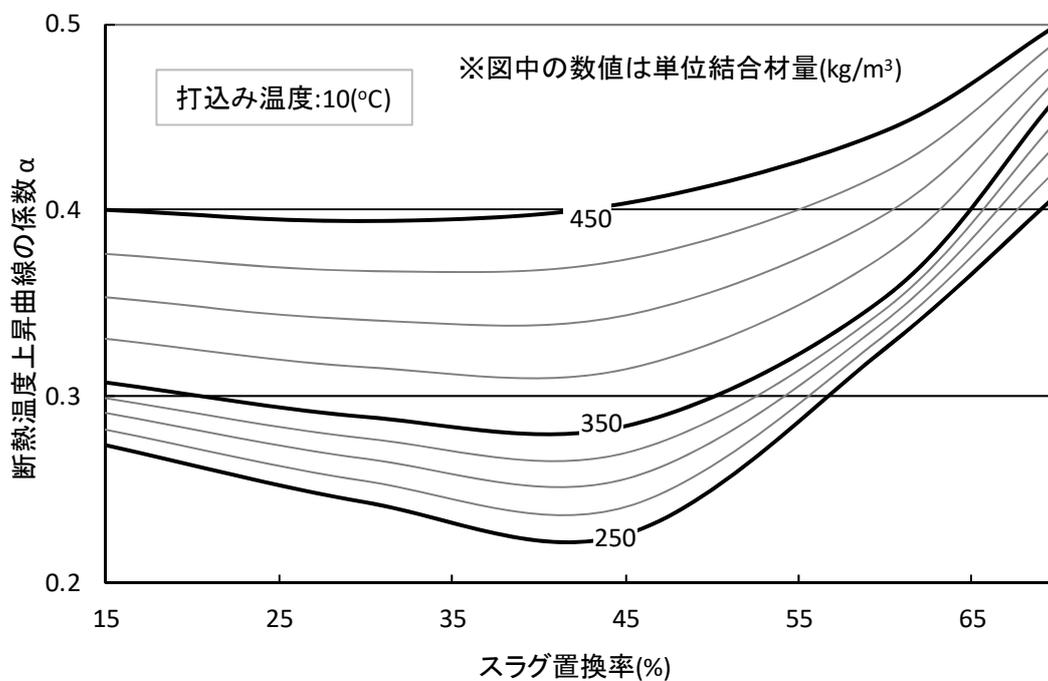


参考図 2-24 係数 α の算定図 (打込み温度 30°C)

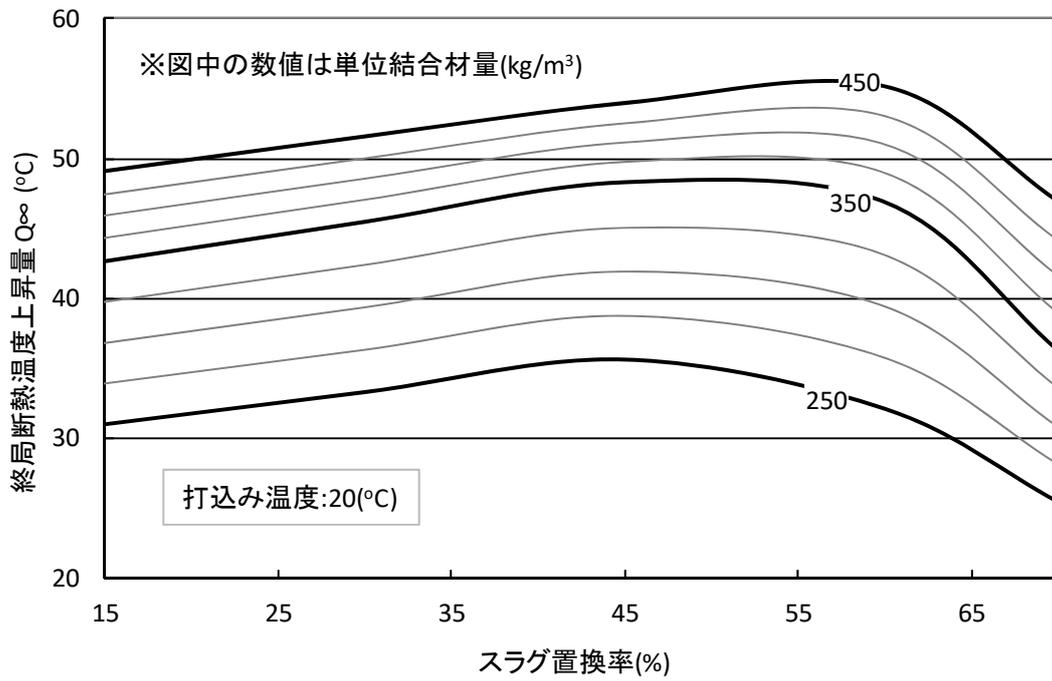
(5)低熱ポルトランドセメント+高炉スラグ微粉末のケース



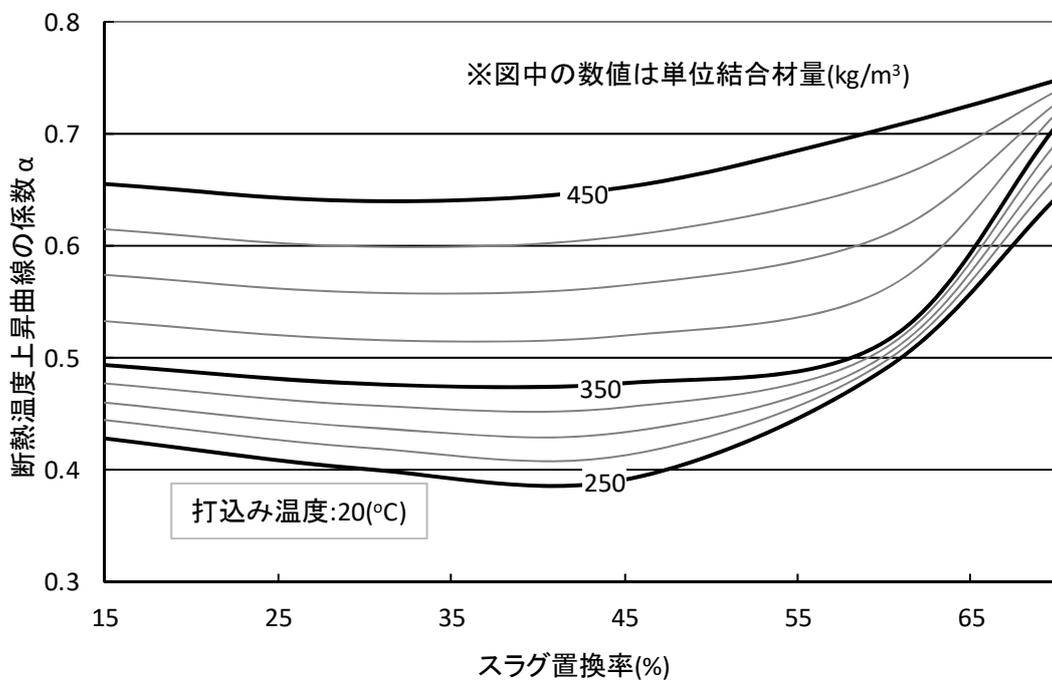
参考図 2-25 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 10°C)



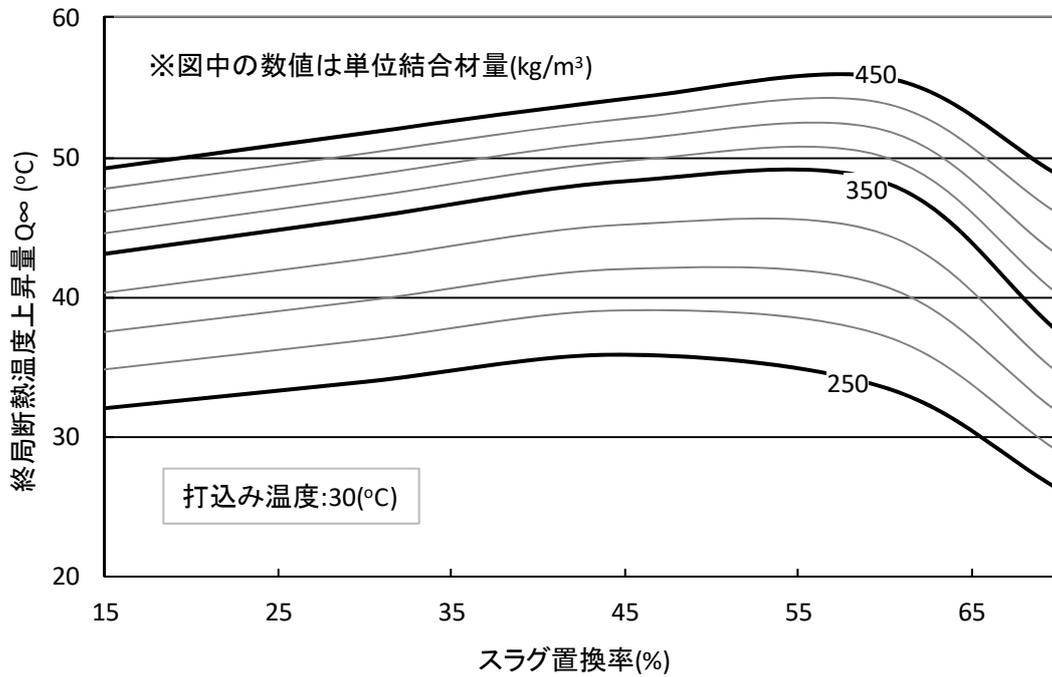
参考図 2-26 係数 α の算定図 (打込み温度 10°C)



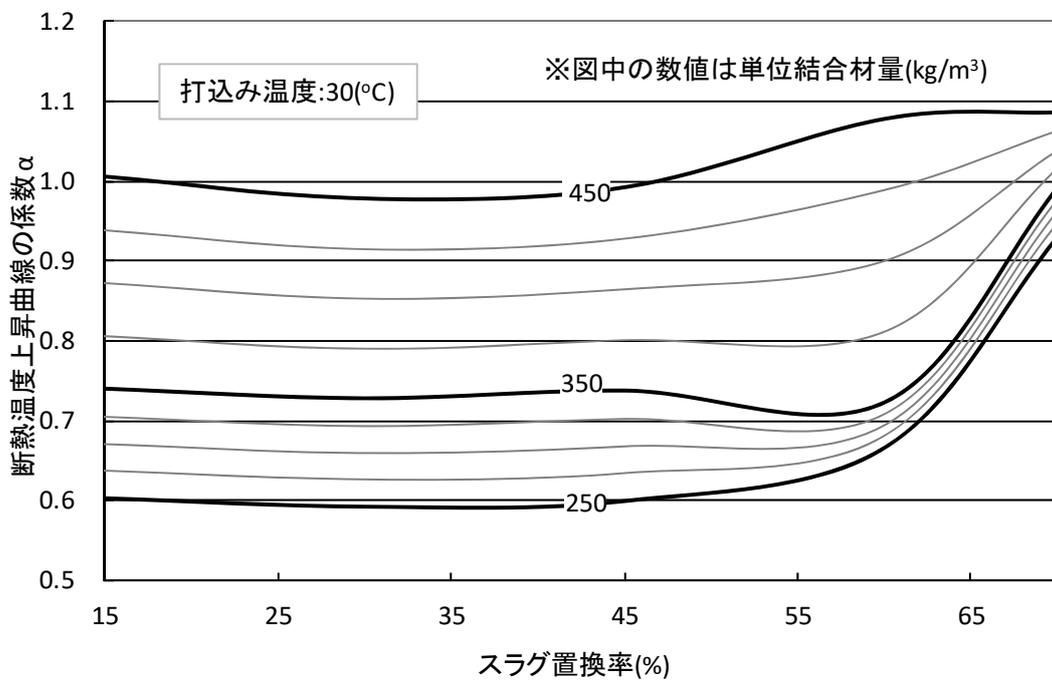
参考図 2-27 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 20°C)



参考図 2-28 係数 α の算定図 (打込み温度 20°C)



参考図 2-29 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の算定図 (打込み温度 30°C)



参考図 2-30 係数 α の算定図 (打込み温度 30°C)