

壁状構造物における温度ひび割れ制御対策費の算定に関する一考察

清水建設(株) 土木本部 正会員 根本浩史 正会員 名倉健二
 正会員 江渡正満 正会員 戸栗智仁
 清水建設(株) 神戸支店 正会員 岩崎雅次

1. はじめに

壁状構造物では、セメントの水和熱に起因する貫通形の温度ひび割れが発生しやすく、構造物の耐久性及び止水性を損なうことがあるため、温度ひび割れ制御対策が必要となる。壁状構造物における温度ひび割れ制御対策は、「配合の検討」、「ひび割れ誘発目地の設置」、「ひび割れ制御鉄筋の設置」が代表的である。温度ひび割れ制御対策選定の際、対策費が重要な判断指標となる。本報告は、これらの対策による対策費を簡易的に算定するために構築した「温度ひび割れ制御対策費算定モデル」と、このモデルを使用してケーススタディをした結果についてとりまとめたものである。

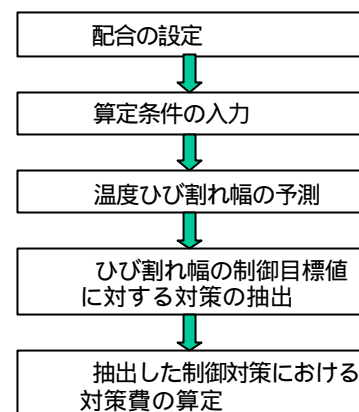


図 - 1 対策費算定モデルのフロー

2. 温度ひび割れ制御対策費算定モデルについて

本モデルは温度ひび割れを制御する場合の対策費を求めるものであり、壁状構造物の代表的な対策である「配合の検討」、「ひび割れ誘発目地の設置」、「ひび割れ制御鉄筋の設置」の3種類について、単独またはそれぞれを組合せた場合の対策費を算定するものである。構造物の要求品質（水密性、耐久性等）は、発生が予想される温度ひび割れ幅を目標値内に制御することで確保するという考えに基づいた。

対策費は図 - 1 のような流れで算定される。対策費の算定方法を表 - 1 に示す条件を例に説明する。

表 - 1 対策費算定モデルの算定条件の入力

入力項目	配合1	配合2
セメント種類	高炉B種	低発熱形
スパン長 L (m) (長辺長)	30	
リフト高さ H (m) (短辺長)	6	
外部拘束度 R	0.34 ~ 0.57	
鉄筋比 ρ (%)	0 ~ 0.13 ~ 1.7 (原設計)	
スランブ (cm)	12	
単位セメント量 C (kg/m ³)	280	280
打設時期 夏: 1, 夏以外: 0	1	
打設時期 秋: 1, 秋以外: 0	0	
打設時期 冬: 1, 冬以外: 0	0	
温度降下量 T_m (°C)	35.9	22.1
壁厚もしくは部材厚 W (m)	1.5	
許容ひび割れ幅 (mm)	0.1	
ひび割れ誘発目地施工単価 (円/m)	A	
ひび割れ制御鉄筋施工単価 (円/t)	B	
特殊コンクリート施工単価 (円/m ³)	0	C

配合の設定：構造物に要求される強度を満足するような配合を設定する。低発熱形セメントが使用可能な場合や、強度保証材齢の長期化が可能で単位セメント量が低減できる場合等を考慮し、検討対象配合を設定する。今回の対策費算定例では高炉セメント B 種(配合 1)と低発熱形セメント(配合 2)の 2 種類のセメントを用いた配合を検討対象とした。

以下 から までの検討を各配合においてそれぞれ行い、対策費を算定し比較する。

算定条件の入力：表 - 1 に示すような対策費算定のための条件を入力する。温度降下量は温度解析により求める必要がある。

温度ひび割れ幅の予測：ひび割れ幅の予測には統計的手法¹⁾を用いる。図 - 2 に示すように、ひび割れ誘発目地間隔とひび割れ制御鉄筋比を変数として、ひび割れ幅の計算を行う。

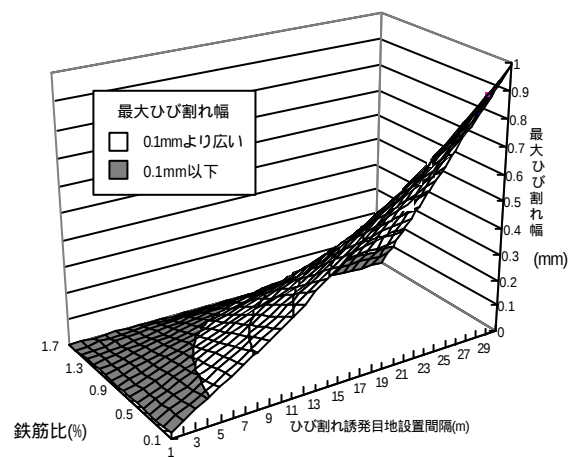


図 - 2 ひび割れ幅計算結果 (配合 1)

キーワード 温度ひび割れ 温度ひび割れ制御対策 温度ひび割れ制御対策費

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1 - 2 - 3 シーバンス S 館 TEL 03-5441-0559 FAX 03-5441-0512

ひび割れ幅の制御目標値に対する対策の抽出：ひび割れ幅の制御目標値における、ひび割れ誘発目地とひび割れ制御鉄筋の対策の組合せを の計算結果から抽出する。図 - 3 に示すように配合 1 では、最大ひび割れ幅を 0.1mm 以下にするために、原設計である鉄筋比 0.13% ではひび割れ誘発目地 4.29m 間隔での設置が必要で、ひび割れ制御鉄筋単独による対策では鉄筋比 1.44% が必要である。

抽出した制御対策における対策費の算定： の計算結果に対する施工数量を算出し、施工単価を掛け合わせるにより、対策費を算定する。図 - 4 は配合 1 の、図 - 5 は配合 2 の対策費算定結果である。

これらの結果を比較することにより最も安価な対策が算定される。表 - 1 に示す算定例においては高炉セメント B 種(配合 1)を用い、ひび割れ誘発目地単独による対策が最も安価であることがわかる。

3. モデルの適用によるケーススタディの結果

このモデルを用いてケーススタディをし、各ケースで最も安価な対策を示した結果を図 - 6 に示す。このケーススタディでは壁延長 30m、スランプを 12cm、また配力筋として D16@200 が配置されていることを前提条件とした。またセメント量、壁高さ、壁厚、コンクリート打設季節をパラメータとして算定を行った。各ケースの使用セメントは高炉セメント B 種、低発熱形セメントの二種類について算定した。算定の結果、次のような傾向が認められた。1) 壁厚が厚くなると、ひび割れ誘発目地が安価な対策となる。2) 低発熱形のセメントは壁厚が薄く、またセメント量が少ない場合にコスト的に有利となり、実構造物で採用されている温度ひび割れ制御対策と同様の傾向が認められた。

4. まとめ

壁状構造物の温度ひび割れ制御対策費を簡易的に算定するモデルを構築し、ケーススタディを行った。その結果、実構造物における制御対策の実情を捉えており、このモデルが壁状構造物の温度ひび割れ制御対策費の算定に適用できると考えられる。

【参考文献】 1) 小野定、名倉健二、金森洋史：マスコンクリートの温度ひび割れの数量化に関する一研究、土木学会第 38 回年次学術講演会、1983 . 9

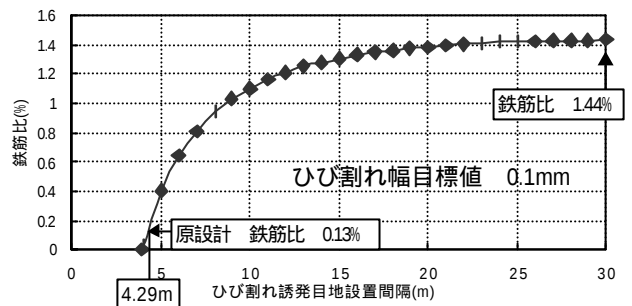


図 - 3 誘発目地と鉄筋比の関係(配合 1)

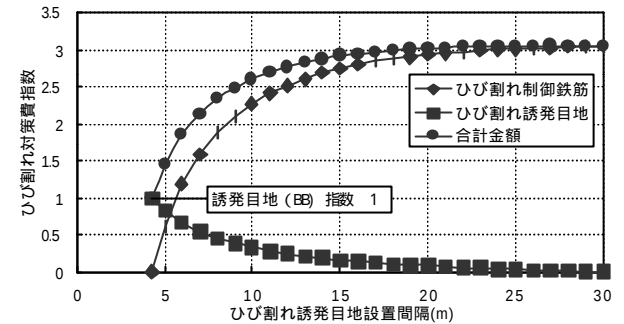


図 - 4 対策比指数(配合 1)

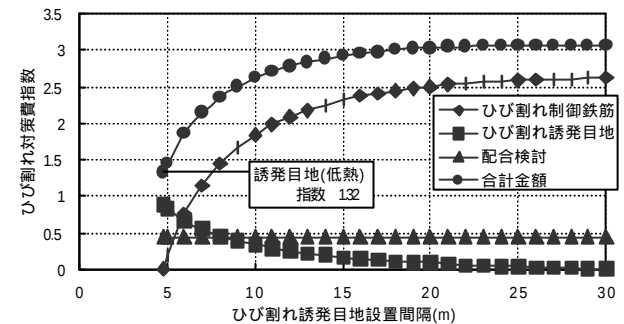


図 - 5 対策比指数(配合 2)

セメント量 C=280kg/m ³					セメント量 C=340kg/m ³					
高さ h=3m		春	夏	秋	冬		春	夏	秋	冬
	±0.5	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱	±0.5	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱
	t=1.0	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱	t=1.0	低発熱	低発熱	BB	BB
	±1.5	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱	±1.5	BB 低発熱	BB 低発熱	BB	BB
	t=2.0	BB	BB	BB	BB	t=2.0	BB	BB 低発熱	BB	BB
高さ h=6m		春	夏	秋	冬		春	夏	秋	冬
	±0.5	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱	BB	±0.5	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱	BB 低発熱
	t=1.0	BB	BB	BB	BB	t=1.0	BB	BB 低発熱	BB	BB
	±1.5	BB	BB	BB	BB	±1.5	BB	BB	BB	BB
	t=2.0	BB	BB	BB	BB	t=2.0	BB	BB	BB	BB

■ : ひび割れ誘発目地による対策 □ : ひび割れ制御鉄筋による対策
BB, 低発熱 : 最安価となる場合の使用セメント種類
(BB : 高炉セメントB種 低発熱 : 低発熱形セメント)

図 - 6 ケーススタディ結果