

V-558 実構造物による普通セメントと低熱セメントの温度応力比較検討

東京電力(株) UHV送変電建設所 正員 ○野本 健司
 東京電力(株) UHV送変電建設所 榑崎 正尚
 (株)熊谷組技術本部土木設計部 正員 西垣 和弘

1. はじめに

マスコンクリート構造物の温度ひびわれを制御する対策には、設計、材料、配合、施工面から様々なものがある。たとえば、材料では低発熱型のセメントを用いる方法、配合では単位水量を小さくする方法などがある。

本報文は、変電機器基礎工事に際して、セメント自体の改良によって低熱化を可能にした高ビーライト系セメント（低熱ポルトランドセメント：以下、Lと称す）を使用し、同時に普通セメント（以下、Nと称す）を使用して、マスコンクリートにおける温度応力低減効果を現場計測の実施および温度応力解析を行うことにより比較検討した。その結果、いくつかの知見が得られたので報告する。

2. 温度応力の計測

温度応力の計測概要を図-1に示す。幅約15m、長さ約22m、厚さ1mの変圧器基礎に対して、上中下3か所に有効応力計、ひずみ計を設置し、上中下その間を2か所補間して7か所温度計を設置した。また、線膨張係数評価のため、中央に無応力計も設置した。輻射熱の影響を考慮するため日射計を設置した。

3. 温度、強度特性

図-2に、各セメントの練り上がり温度20℃における断熱温度上昇試験結果を示す。Lの断熱温度上昇量は、材令1日で16℃、材令3日で22℃となり、Nに対してそれぞれ16℃、25℃低く、材令5日まではほぼ半分程度の温度上昇量であり、発熱が緩やかであることがわかる。このことが、初期の温度上昇の低下に寄与しており、後の計測結果からも裏付けられている。ただし、最終的にはNと同程度の断熱温度上昇量を示すことも分かっている。

表-1に各セメントの強度特性を示す。Lは、Nに対して材令7日までは35%前後、28日までで50%程度の圧縮強度、引張強度であるが、材令56日では90%程度となり大きな伸びを示している。Nに対するLの初期強度の低さが、後述のひびわれ指数の改善にほとんど寄与していない結果となって現れている。一方、材令91日では、Nの強度を上回り、長期での強度発現が大きいことが予想される。

4. 計測解析結果と考察

図-3に基礎中心部における温度および応力の計測結果、解析結果とコンクリート試験結果に基づくひびわれ指数を示す。解析は、2次元FEM温度応力解析によった。Nの打設日はH5.6.15であり27.0℃で打設され、LのそれはH5.6.16、27.5℃であった。ここで得られた知見を列記すると次のとおりである。

- ①Lを用いた場合の最大温度上昇は約17.5℃であり、Nを用いたそれは約33.0℃であり、約15.5℃の低減効果が認められた。これは比率にすると47%の低減効果となった。
- ②最大引張応力度を比較してみると、Lは約7kgf/cm²でNは約11kgf/cm²である。これより、最大引張応力度は、Lを用いたことにより、Nに比較して約4kgf/cm²低下し、比率にして36%の低減効果となった。
- ③発生応力度に対するひび割れ指数は、1.2を満足しているもののLがNに比べて発生応力低減効果が優れているほど効果は無かった。これは、コンクリートの圧縮強度、引張強度、弾性係数の材令経過に伴う増加が、Lの方が遅いが、材令56日でほぼNと同じ値となり、ひびわれ発生に抵抗する強度増加という点では、Nの方が有利であることに帰因していると考えられる。
- ④輻射熱の影響を考慮した相当外気温度を考慮することにより、計測温度と解析温度が良く一致し、その結

果、応力度も良く一致することが分かった。

以上のことから、最高温度および最大引張応力度に関しては、Lの方が有利であることが分かったが、ひびわれ指数に関しては、明らかに有利であるとは判断できない結果となった。

しかし、一般的なひびわれ発生要因(乾燥収縮、急激な温度・湿度の変化、ブリージングなど)に対する温度および引張応力度が低いことは有利にはたらし、低発熱型セメント自体は、既に多くの大型構造物においてマスコンクリート対策として使用されていることから、セメントの低発熱化は、基本的には今後ますます重要な要求品質と考えられ、今後多くの実績の蓄積が期待されている。

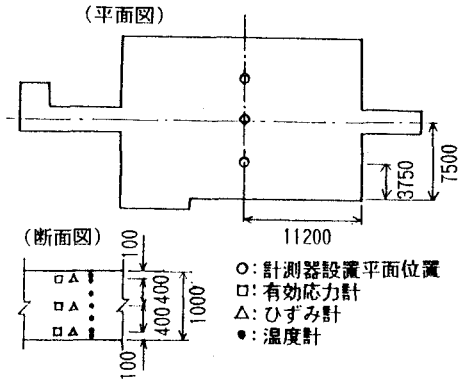


図-1 温度応力の計測概要

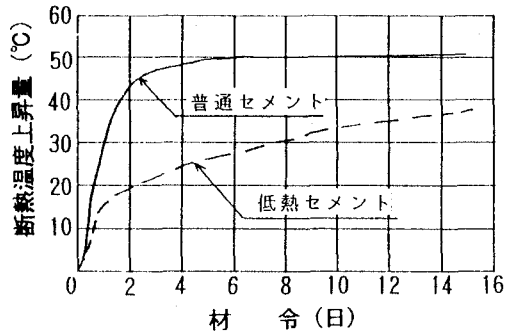
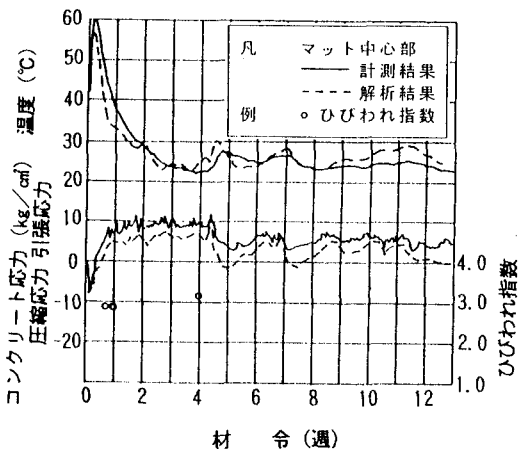


図-2 断熱温度上昇試験結果

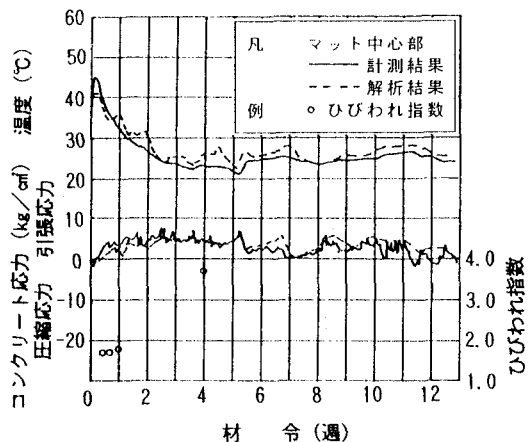
表-1 強度特性 (練り上がり温度20°C)

セメントの種類	試験項目	材 令							
		1日	3日	5日	7日	28日	56日	91日	
普通セメント	圧縮強度(kg/cm ²)	60.6	148	180	211	281	323	349	
	引張強度(kg/cm ²)	5.34	13.5	17.5	18.9	26.7	28.4	29.2	
低熱セメント	圧縮強度(kg/cm ²)	23.0	39.8	47.8	55.1	143	289	358	
	引張強度(kg/cm ²)	2.67	4.16	4.93	5.81	14.6	27.8	30.2	



材 令 (週)

普通セメント



材 令 (週)

低熱セメント

図-3 基礎中心部における計測、解析結果