

LNG 地下式貯槽の底版コンクリートにおける梱包用緩衝材の養生材としての適用

清水建設(株) 正会員 ○伊藤 健一
 清水建設(株) 正会員 根本 浩史
 清水建設(株) 正会員 松井 淳

清水建設(株) 正会員 野村 朋宏
 清水建設(株) 正会員 太田 智久

1. 概要

LNG 地下式貯槽の底版はマスコンクリートであり、コンクリート内部と表面との温度差に起因する、いわゆる内部拘束による温度ひび割れが発生する懸念がある。その対策として一般的に保温養生を実施し、温度ひび割れを抑制する。保温養生材としては発泡スチロールやエアバッグシート等が用いられるが、側壁やハンチの鉄筋立上がり部（図-1.1 青丸印）では、これらの材料を鉄筋間隔に見合うように加工する必要があり、その手間と養生材を敷設するための労力は多大で、また時間も要する。このような背景のもと、梱包に用いられる緩衝材を養生材として適用することを考え、実験を行い保温効果を確認し、実構造物へ適用した。本報告ではそれらの概要について述べる。

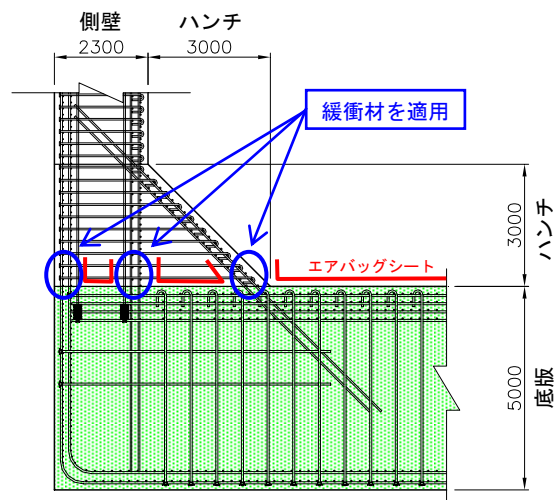


図-1.1 LNG 地下式貯槽 側壁鉄筋立上り部

2. 実験の概要

緩衝材による保温効果確認の実験を以下のように行った。図-2.1 に示す B=500mm×W=500mm×H=500mm のコンクリート供試体を3体作成し、それぞれの上面に袋詰めした緩衝材を3種類の層数（2層, 3層, 5層）で敷設し、その内部と表面の温度を計測した。緩衝材は耐熱製のビニル袋に厚さが2cmになるように詰められたものである。緩衝材の層数と敷設厚さを表-2.1に示す。養生材敷設面（上面）以外の底面と側面はウレタンフォーム（厚さ5cm）を設置して断熱性を確保した。

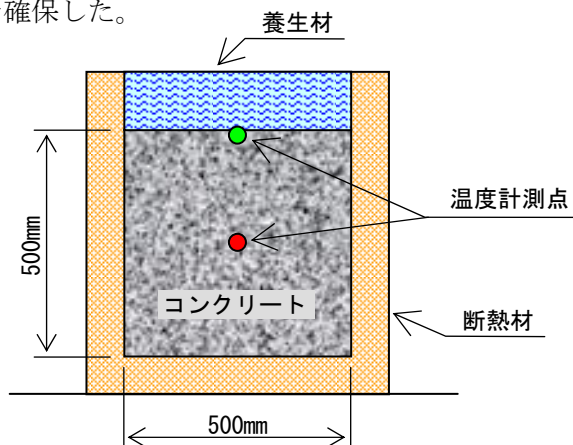


図-2.1 養生実験供試体概要



写真-2.1 梱包用緩衝材（袋詰めの状態）

表-2.1 養生実験緩衝材の層数と厚さ

供試体No.	緩衝材層数	厚さ
No. 1	2	4cm
No. 2	3	6cm
No. 3	5	10cm

温度計測結果、およびこれを基にして養生材の熱伝達係数を同定した温度解析の結果を図-2.2、表-2.2に示す。また、図-2.3に緩衝材の層数と熱伝達係数の実験結果を示す。

キーワード 地下式貯槽, 温度ひび割れ, 梱包用緩衝材, 保温養生, 内部拘束

連絡先 〒460-8580 愛知県名古屋市中区錦 1-3-7 清水建設(株) 名古屋支店 土木技術部

TEL : 052-201-7623 FAX:052-201-7635

解析結果は、実験結果と比較してピーク温度の材齢、ならびにその後の温度降下の状況に若干の違いはあるものの、ピーク温度はそれぞれよく合っている。さらに各材齢の中心部と表面の温度差もほぼ同等であり、実施工のひび割れ制御上、重要となるピーク温度と温度差について同定できていると判断した。

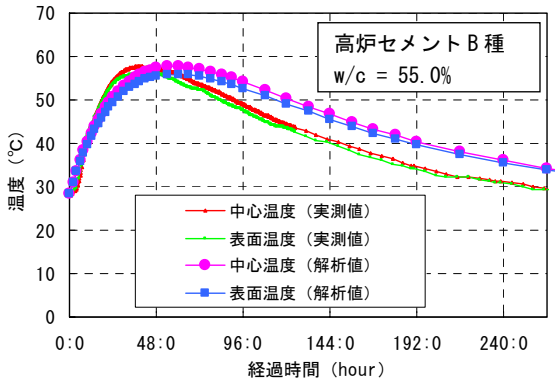


図-2.2 温度の経時変化（緩衝材 3 層の場合）

表-2.2 温度の解析結果と実測結果

養生材層数	解析で同定した熱伝達係数 (W/m ² °C)	中心部のピーク温度 (°C)		表面のピーク温度 (°C)	
		実測値	解析値	実測値	解析値
2	1.7	57.0	57.0	54.6	54.9
3	1.4	57.7	57.7	56.0	56.0
5	1.25	58.2	58.1	56.0	56.5

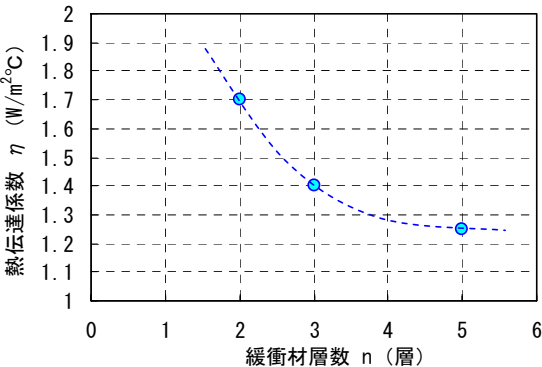


図-2.3 緩衝材層数と熱伝達係数

3. 実施工への適用

当該養生材は、清水エル・エヌ・ジー(株)袖師基地 No. 3LNG 地下式貯槽工事（容量 16 万 kL、内径 72.2m、液深 40.0m、底版厚さ 5.0m、側壁厚さ 2.3m）において、底版コンクリートの養生材として適用した。事前の温度応力解析より養生はエアバッグ 5 枚（熱伝達係数 $\eta=1.6\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ 相当）を必要とした。このため、緩衝材については実験結果より層数 3 層（厚さ 6cm $\eta=1.4\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ 相当）とした。写真-3.1 にその敷設状況を示す。



写真-3.1 養生材の敷設状況

緩衝材を適用した側壁下端部の底版コンクリートの表面温度計測結果を図-3.1 に示す。この計測結果に対して、温度解析による確認を行ったところ、緩衝材の熱伝達係数 $\eta=1.7\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ の場合において実際の温度計測結果と同等であることが確認された。この値は実験結果の熱伝達係数 $\eta=1.4\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ よりも大きい、これは立上がり鉄筋からの放熱の影響と考えられ、緩衝材による保温効果は十分に発揮されていたものと考えられる。なお、底版コンクリートには温度ひび割れは確認されなかった。

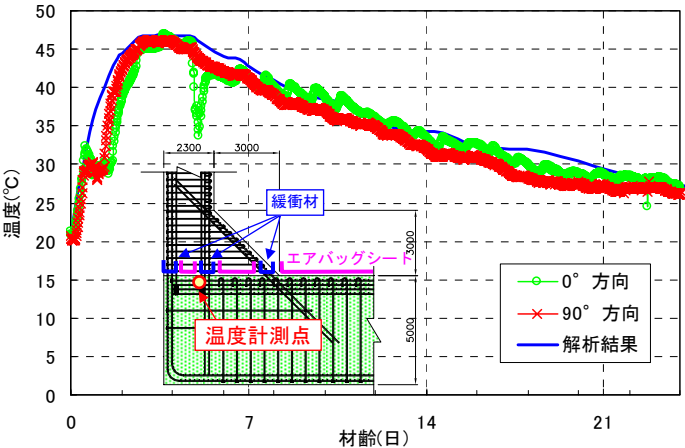


図-3.1 底版コンクリート表面の温度経時変化

4. おわりに

LNG 地下式貯槽の底版コンクリートにおいて、側壁部、ハンチの鉄筋が立上がる箇所の保温養生材として緩衝材を提案し、実験による確認を経て、実施工へ適用した。その結果、煩雑な鉄筋立上がり部の養生材敷設の施工性は向上し、良好な保温養生効果により温度ひび割れは認められなかった。緩衝材は除去、再敷設も容易で取り扱いやすい上に、再利用も可能で、有効な養生材であると考えられる。今後は、保温効果についてのさらなるデータの蓄積を行っていきたいと考える。

【参考文献】 1) 江渡他：マスコンクリートの保温養生に用いる保温養生材の効果に関する実験的検討 土木学会大 53 回年次学術講演会 V-360 pp720－pp721 2) 土木学会：2002 年制定 コンクリート標準示方書・施工編