

バルーン養生システム 導入効果確認試験報告書

平成 20 年 5 月

株式会社東宏

1. 目的

覆工コンクリートのクラック防止にはセントル脱型後の初期養生が重要であり、仕上がりが良好で耐久性のある覆工コンクリート構築のために採用された。

一般的に貫通前の坑内は概ね定温湿潤状態とされているが、気候変動や換気等による温度応力や乾燥収縮によるクラック発生が懸念される。セントル脱型直後のコンクリート表面をエアークラスターのバルーン養生システムを導入することにより、コンクリート表面を湿潤状態に保ち乾燥収縮を防ぐと共に、エアークラスター層による断熱効果が覆工内部と表面の温度差を少なくすることで温度応力の発生を抑制できると期待している。

本計画書は、このバルーンによる養生が、コンクリートの品質向上にどの程度寄与しているかを定量的に評価するための試験に関するものである。

2. バルーン養生システム

本システムは、スライドセントル本体の養生部及び脱型直後の既設コンクリートの養生部により構成されている。スライドセントルの養生部においては、既設コンクリートとのラップ側と新規打設の妻部をナイロン繊維（厚さ 0.3 mm）のシートとバルーンで覆うとともに、通行車両部をシートで囲い密閉状態とする。これにより、コンクリート打設から脱枠までのコンクリートから発生する講硬化熱を逃がすことなく確保し、コンクリートの初期強度発現に寄与する。

脱枠直後の既設コンクリート部の養生は、コンクリート表面にバルーンを密着させることで実施する。養生システムの延長を 31.5m（3 スパン分）とし、レール上をスライドセントルの移動に合わせて順次移動することにより、打設 1 日後から一般的にコンクリート内部と表面の温度差がほぼなくなる 7 日後までの養生を行う。



写真1 セントル本体養生

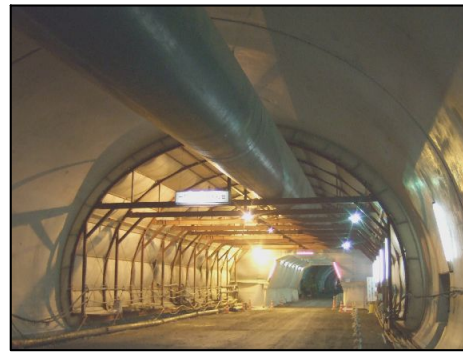


写真2 既設コンクリート養生

3. 導入効果確認試験

験計画スパン：覆工 113、114BL（ 239+11.5～ 240+12.5）

測定計画期間：平成 20 年 4 月 27 日～平成 20 年 5 月 7 日

計画工程表参照

3 . 効果確認試験測定項目

バルーン養生システムの導入効果確認試験とし、次の5項目について測定し今回その導入効果を検証する。

1) 表面温度

目的：養生期間およびバルーンの有無によるコンクリート表面温度の確認

測定箇所：1 スパン 3 箇所 (図 5-1.2.3 参照)

使用センサー：熱電対

測定頻度：セントル脱型直後から 10 分間隔で自動測定

2) 内部温度

目的：養生期間およびバルーンの有無によるコンクリート内部温度の確認

測定箇所：無養生および 7 日養生 1 スパン 3 箇所 (図 5-1.2.3 参照)

使用センサー：熱電対

測定頻度：打設直後から 10 分間隔で自動測定

3) 表面湿度

目的：養生有無によるコンクリート表面の湿度の確認

測定箇所：1 スパン 1 箇所 (図 5-1.2.3 参照)

使用センサー：湿度計

測定頻度：セントル脱型直後から 10 分間隔で自動測定

4) 坑内温度・湿度

目的：基準となる温湿度の確認

測定箇所：坑内の代表的な温湿度となる 1 箇所

使用センサー：熱電対、湿度計

測定頻度：表面温度および湿度計測時と同時

5) 表面ひび割れ

目的：養生有無によるコンクリート表面ひび割れ状況の確認

以上をまとめたものを表 3.1 に示す。

表 3 測定項目まとめ

分類	No.	項目	測定箇所	使用センサー
養生 効果	1	表面温度	3 箇所	熱電対
	2	内部温度	3 箇所	熱電対
	3	背面温度	3 箇所	熱電対
	4	表面湿度	3 箇所	湿度計
	5	坑内温湿度	1 箇所	熱電対、湿度計

4. 測定機材

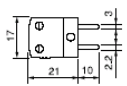
測定項目	使用センサー	品名	形式	数量	電源	電池寿命	記憶 間隔	記憶容量	備考
表面温度	温・湿度計	温湿度カードリーダー	MR6661	6個	アルカリ乾電池 単4形 2本	約1年	10分	各3000データ (本体内存メモリー)	・電池寿命は、10分間隔測定で約1年 ・記憶容量は、10分を1データとすると約20日 ・表面湿度と同時計測
表面湿度	温・湿度計	温湿度カードリーダー	MR6661	6個	アルカリ乾電池 単4形 2本	約1年	10分	各3000データ (本体内存メモリー)	・電池寿命は、10分間隔測定で約1年 ・記憶容量は、10分を1データとすると約20日 ・表面温度と同時計測
内部温度	熱電対	ハンディロガー	MR2041	2個	アルカリ乾電池 単3形 4本	約500時間	10分	1ch 当たり 最大10,000データ (4ch で 40,000データ)	・電池寿命は、10分間隔測定で約20日 ・記憶容量は、10分を1データとすると約70日
背面湿度	熱電対	ハンディロガー	MR2041	2個	アルカリ乾電池 単3形 4本	約500時間	10分	1ch 当たり 最大10,000データ (4ch で 40,000データ)	・電池寿命は、10分間隔測定で約20日 ・記憶容量は、10分を1データとすると約70日
坑内温湿度	温・湿度計	温湿度カードリーダー	MR6661	1個	アルカリ乾電池 単4形 2本	約1年	10分	各3000データ (本体内存メモリー)	・電池寿命は、10分間隔測定で約1年 ・記憶容量は、10分を1データとすると約20日



ハンディロガー(4ch用)



熱電対



単位: mm

コネクター



温湿度カードリーダー

5.測定位置

図 5-1 及び図 5-2 に測定位置図を示す。

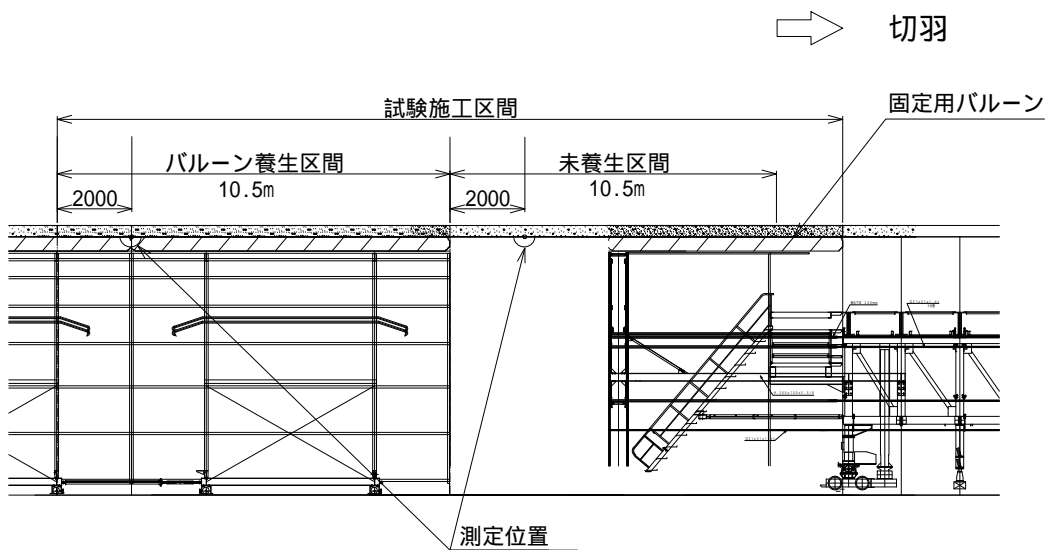
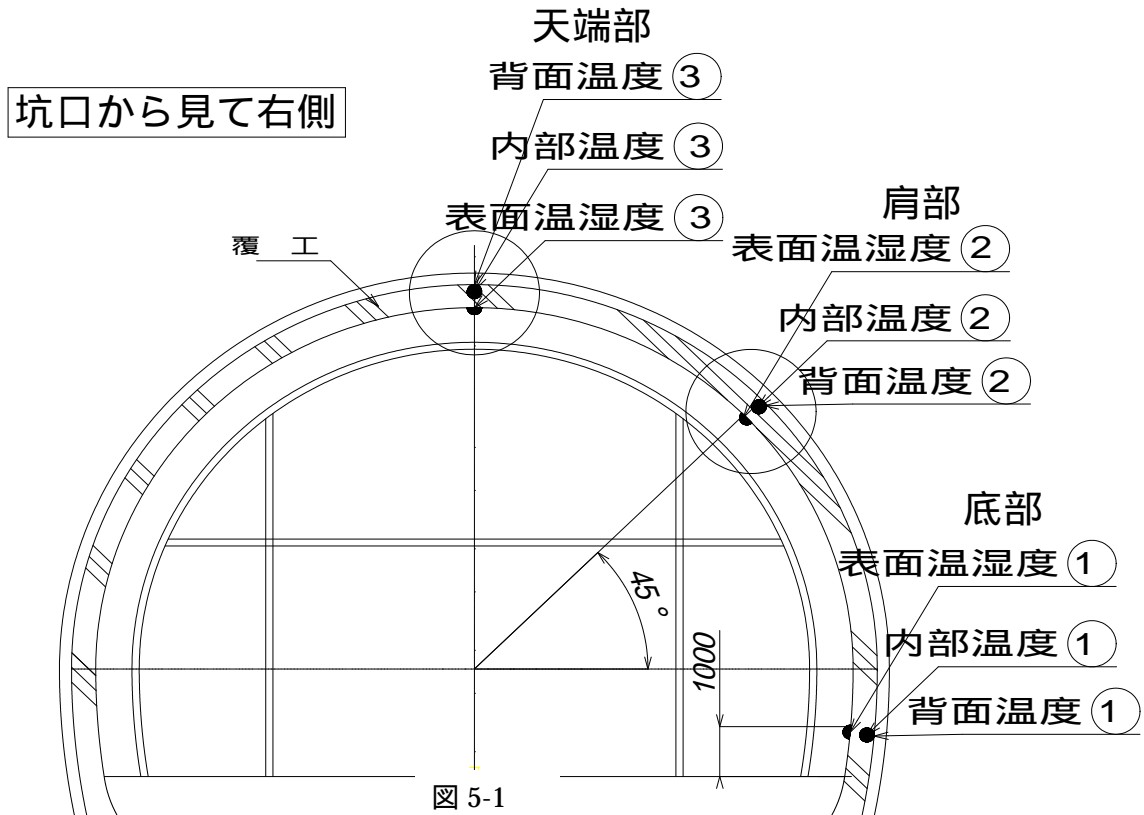


図 5-2

6.測定方法

6-1.コンクリート内部温度測定

位置及び数量：各スパン 3 箇所（天端、肩、SL 部）×2 測点（背面、内部）

使用センサー：熱電対

測定器設置方法：防水シート施工後のセントルセットまでに、一次覆工面に計器取付用アンカーを設置し、熱電対先端を覆工背面及び覆工厚の中間位置に設置する。

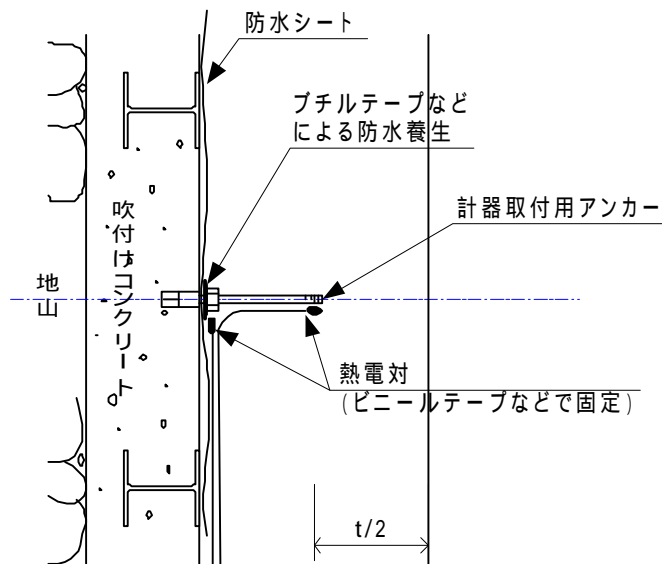


図-6.1 熱電対設置図

覆工内部の配線固定は防水シート溶着部端部にハトメ金具を取り付け、バインド線にて懸架する。各ケーブルは天端部より周方向に配線し、覆工コンクリート下部より外部に引き出す。

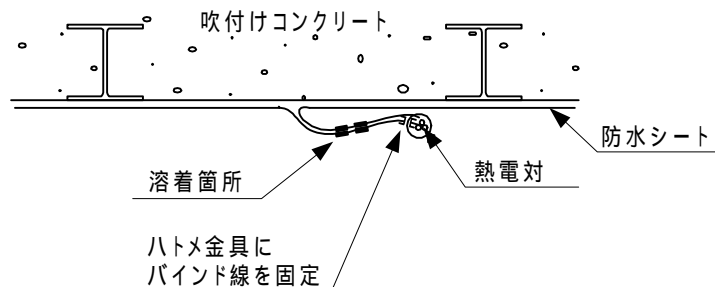


図-6.2 防水シートへのケーブル懸架方法

内空側への配線引き出しはセントル下部のせき板を切り欠き、保護管（CD 30）入りのケーブルを引き出す。

打設時にケーブル引出箇所よりコンクリートが流出することのないよう、ウエス等で目詰めを行っておく。

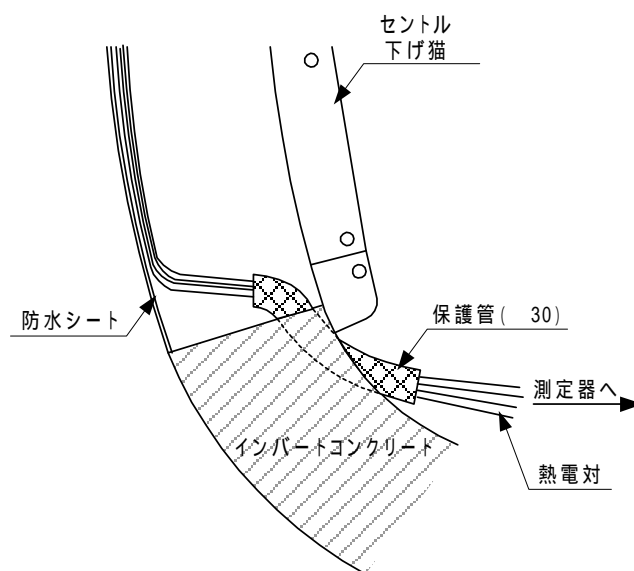


図-6.3 内空側へのケーブル引出方法

6-2. 表面温湿度測定

位置及び数量：各スパン 3 箇所（天端、肩、SL 部）

使用センサ：熱電対、湿度変換器

設置方法：覆工コンクリート打設翌日のセントル脱型後、覆工コンクリート表面にコンクリートビスを用いて熱電対、湿度変換器及び測定ケーブルを固定する。

熱電対受感部は外気温の影響をなるべく避け、コンクリートの供体温度が得られるよう、断熱材により外気を遮断する。

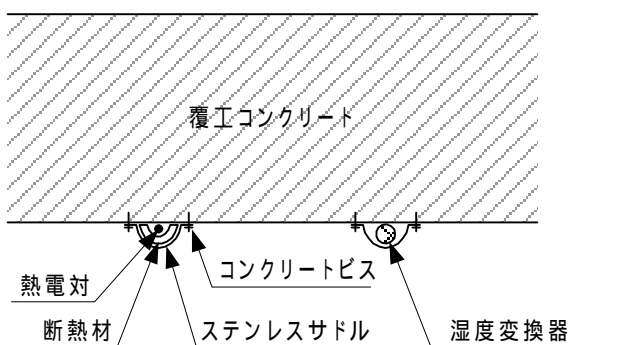


図-5.4 覆工コンクリート表面への計測器取付方法

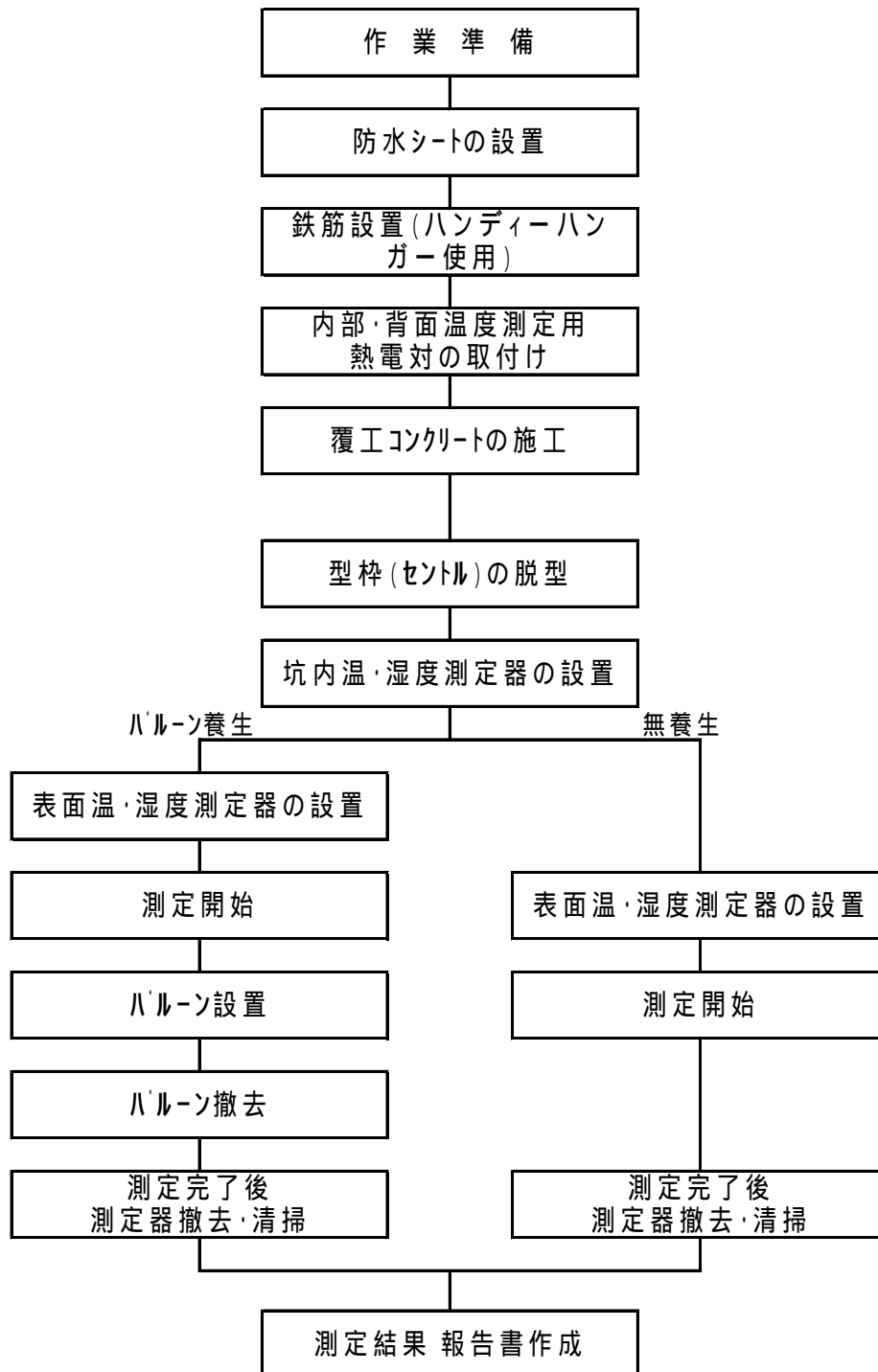
6-3. 坑内温湿度測定

位置及び数量：坑内で 1 箇所

使用センサ：温湿度データロガー

設置方法：坑内の一般雰囲気下での温湿度が得られるよう測定箇所はセントル後方とし、コンクリートの硬化熱の影響を避けるため覆工面より 1 ~ 2 m 程度離れた位置で測定を行う。

7. 施工フロー



8 . 考察

8 - 1 . 湿度測定結果について

バルーン養生を実施した場合と実施しない場合の表面湿度計測の結果を図 8 - 1 および図 8 - 2 に示す。

バルーン養生を実施した場合、バルーン養生からバルーン撤去までの間、湿度は 100% が維持されている結果が得られた。一方、無養生の場合、坑内湿度の変化に同調して、コンクリート表面の湿度も変化しており、50%を下回る状況がうかがえる。

このことから、バルーン養生を実施することによってコンクリート表面の湿度が保たれ、初期の急激な乾燥を防いでいることが確認される。

以上のことから、バルーン養生は、初期の表面乾燥収縮に起因するひび割れ抑制に対して有効であると考えられる。

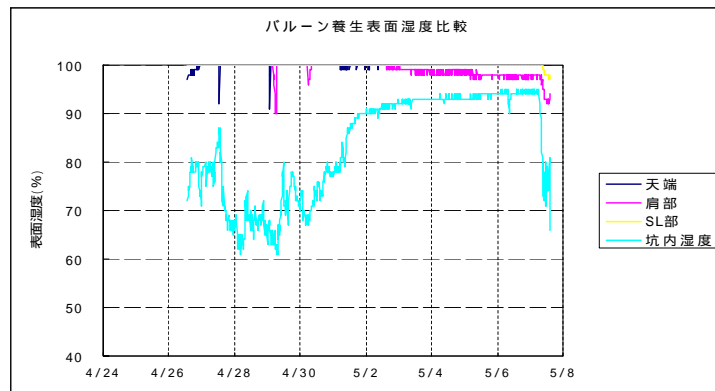


図 8 - 1 バルーン養生を実施した場合における湿度計測結果

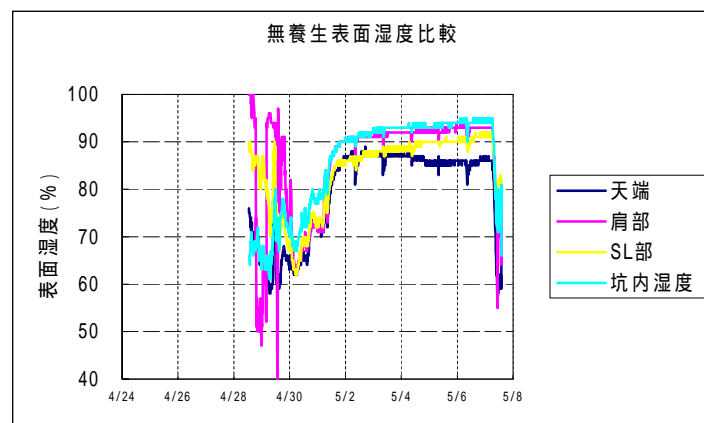


図 8 - 2 無養生を実施した場合に於ける湿度計測結果

8 - 2 . 温度測定結果について

バルーン養生を実施した場合と実施しない場合の肩部における温度計測の結果を図8 - 3 および図8 - 4 に示す。図中には、内部、表面および坑内の温度変化を示してある。

バルーン養生を実施した場合は、実施しない場合よりも内部と表面の温度差が小さくなることが確認される。(特にSL部は内部、背面、表面温度差が殆ど無い)

このことから、バルーン養生を実施することによって内部拘束による温度応力が緩和されていることが考えられる。

以上から、バルーン養生は、温度応力によるひび割れ抑制に対して有効であると考えられる。

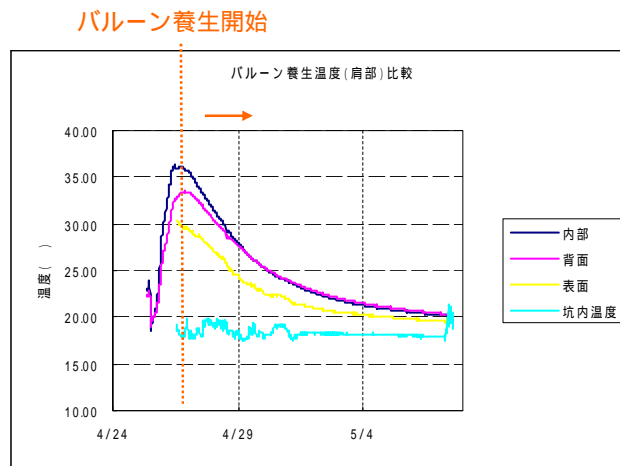


図8 - 3 バルーン養生を実施した場合における温度計測結果

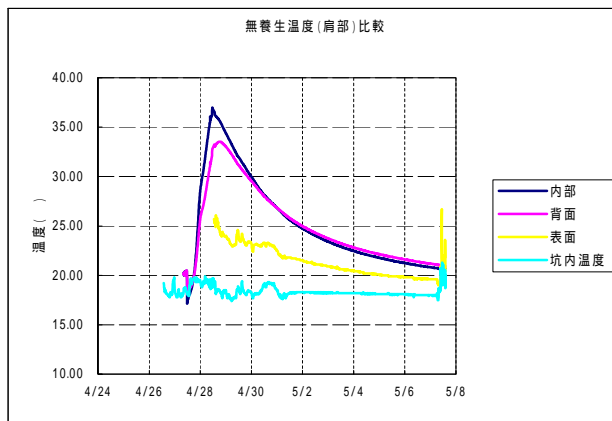


図8 - 4 バルーン養生を実施しない場合における温度計測結果