

PNC-TN9410 88-092

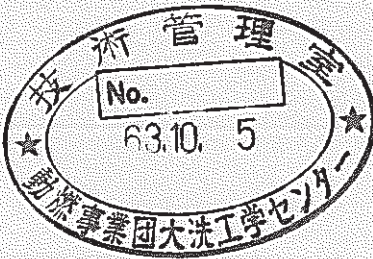
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

ASSCOPSコードによるナトリウム燃焼抑制槽の解析



[Redacted]

1988年8月

技術資料コード	
開示区分	レポートNo.
T	N9410 88-092
<p>この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です</p> <p>動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室</p>	

動力炉・核燃料開発事業団
 大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

ASSCOPSコードによるナトリウム燃焼抑制槽の解析

宮原 信哉* , 松木 卓夫** ,
広井 博* , 姫野 嘉昭*

要 旨

(目的) 二次系ナトリウム漏洩事故の事象推移に関する総合模擬試験 (Run-D2) に於けるナトリウム燃焼抑制槽の試験結果を用い、動燃で新たに開発したナトリウム燃焼抑制槽に対するナトリウム燃焼解析コードASSCOPSの適用性を検討した。

(方法) 解析では、槽内雰囲気気の放射熱伝達に関してコード上の定義による熱放射係数をパラメータとし、以下の3ケースを実施した。

- (1) 雰囲気気は完全透明と仮定し、プール表面と構造材及び構造材間の熱放射係数は1.0
- (2) 雰囲気気はエアロゾルによって不透明と仮定し、プール表面とエアロゾルの熱放射係数は0.65で、エアロゾルと構造材の熱放射係数は0.73
- (3) 雰囲気気はエアロゾルによって不透明と仮定し、プール表面とエアロゾルの熱放射係数は0.65で、エアロゾルと構造材の熱放射係数は0.5

(結果) いずれのケースとも解析結果は試験結果を比較的良く再現しており、特に安全評価上重要となる槽内貯留ナトリウムの冷却特性に関しては良く一致した。各部温度の試験結果に対する解析結果の誤差は、過大評価側で約30%、過小評価側で約20%であった。

(結論) ナトリウム燃焼解析コードASSCOPSは、動燃で新たに開発したナトリウム燃焼抑制槽の性能評価に対しても、十分適用できるとの結論を得た。

* 大洗工学センター，安全工学部，プラント安全工学室

**検査開発（株）

Aug. 1988

Validation of ASSCOPS
by Results of Large-Scale Demonstration Test, Run-D2

S. Miyahara*, T. Matsuki**,
H. Hiroi* and Y. Himeno*

Abstract

Post-test calculations of the large-scale sodium leak demonstration test, Run-D2, were performed using the ASSCOPS code in order to validate the applicability of the code to the evaluation of the fire suppression function of the PNC-type smothering tank.

In the analysis, radiation coefficients between aerosols in the gas phase and structures and a pool surface in the smothering tank defined in the code were varied as parameter. The following three cases were calculated.

- a) No aerosols suspending was assumed in the gas phase and thus, 1.0 was used as the coefficient between the structures and the pool surface.
- b) The coefficient between the aerosols and the pool surface was 0.65, and that between structures and the aerosols was 0.73.
- c) The coefficient between the aerosols and the pool surface was the same as case b) and 0.5 was used as that between structures and the aerosols.

The comparison between analysis and experiment with regard to the temperature of the various parts showed that the agreement was within +30% and -20%.

From these results, it was concluded that the code was available for the evaluation of the fire suppression function of the smothering tank.

* Plant Safety Engineering Section, Safety Engineering Div., OEC

**Inspection Development Co., Ltd.

目 次

要 旨

Abstract

目 次

List of Tables

List of Figures

緒 論	1
1. 目 的	2
2. 二次系ナトリウム漏洩事故の事象推移に関する総合模擬試験 (Run-D2) の概要と結果	2
3. 解析方法	3
3. 1 解析モデルの体系	3
3. 2 解析条件	3
4. 解析結果と考察	5
4. 1 各部温度の時間変化	5
4. 2 ガス圧力と酸素濃度変化	6
4. 3 貯留ナトリウムの燃焼発熱量	6
結 論	7
参考文献	8
Appendix 1 ASSCOPSコードの入力データ例 (ケース1)	
Appendix 2 試験結果と解析結果の比較 (ケース1)	
Appendix 3 試験結果と解析結果の比較 (ケース2)	
Appendix 4 試験結果と解析結果の比較 (ケース3)	

List of Tables

Table 1 : Test Conditions of Run-D2	9
Table A-1 : Input Data of ASSCOPS (SOFIRE Part) for Analysis of Run-D2 (Lower Cell).....	31
Table A-2 : Input Data of ASSCOPS (SPRAY Part) for Analysis of Run-D2 (Lower Cell).....	34

List of Figures

Fig.1	: Various Types of Smothering Tank in Foreign FBRs	10
Fig.2	: Bird's-eye View of SOLFA-1 for Run-D2	11
Fig.3	: Temperature Change in Bucket and in Smothering Tank during Sodium Spill.....	12
Fig.4	: Flow Rate of Drain Sodium into Smothering Tank	13
Fig.5	: Oxygen Concentration Changes of Cell Atmosphere and of Gas Phase in Smothering Tank during the Test	14
Fig.6	: Temperature Changes of Sodium in Bucket and in Smothering Tank during the Test	14
Fig.7	: Temperature Distribution Change in the Lower Cell of SOLFA-1 during the Test	15
Fig.8	: Heat Generating Rate and Sodium Combustion Rate in Smothering Tank during the Test (Lower Cell).....	16
Fig.9	: Analytical Model and Its Initial Conditions for Analysis of Run-D2 (Lower Cell) in SOLFA-1	17
Fig.10	: Concentration Change of Aerosol during the Test (Lower Cell).....	18
Fig.11	: Comparison between Code and Test Results for Temperature Changes of Various Parts in Cell 1	19
Fig.12	: Comparison between Code and Test Results for Temperature Changes of Various Parts in Cell 2	21
Fig.13	: Comparison between Code and Test Results for Gas Pressure and Oxygen Concentration Changes.....	23
Fig.14	: Comparison between Code and Test Results for Heat Generating Rate and Sodium Combustion Rate in Smothering Tank during the Test (Case 1)	25
Fig.15	: Comparison between Code and Test Results for Heat Generating Rate and Sodium Combustion Rate in Smothering Tank during the Test (Case 2)	26
Fig.16	: Comparison between Code and Test Results for Heat Generating Rate and Sodium Combustion Rate in Smothering Tank during the Test (Case 3).....	27

緒 論

高速増殖炉では、設計基準のナトリウム（以下、Naと略す）漏洩事故に備えて、配管からの漏洩Naを勾配を有する床ライナと連通管（ドレン管）を経て回収し、窒息消火するための燃焼抑制槽が設置される。この燃焼抑制槽については、Fig.1に示す海外炉の実例¹⁾を参照しつつも、これまでの研究開発結果^{2), 3), 4)}に基づいた動燃独自の構造のものを新たに開発し、その機能を大型工学試験によって既の実証している。また、実機のNa燃焼抑制槽の性能評価は、Na燃焼解析コードASSCOPS⁵⁾のプール燃焼+2セルモデルを用いて実施されている。ところが、ASSCOPSコードの個々のモデル（Naスプレー燃焼とNaプール燃焼）が種々の試験結果によって検証されているのに対し、プール燃焼+2セルモデルによるNa燃焼抑制槽の解析に関してはこれまでに検証例がない。このため同コードの信頼性を向上させるためにも実体系を模擬した試験結果による検証が望まれていた。そこで、サファイア施設に於いて実施した二次系Na漏洩事故の事象推移に関する総合模擬試験（Run-D2、以下Run-D2と略す）^{6), 7), 8)}で得たNa燃焼抑制槽に関する試験結果を用いて、同コードの検証を行った。

1. 目 的

Na燃焼抑制槽に関する試験結果を用いたASSCOPSコードのプール燃焼+2セルモデルの検証。

2. 二次系Na漏洩事故の事象推移に関する総合模擬試験 (Run-D2) の概要と結果⁷⁾

Na漏洩事故時に想定されている事象推移に対して建屋内に設置されたNa漏洩対策設備が設計どおりに機能することを立証するため、「もんじゅ」の原子炉補助建物を模擬したコンクリート製二階建セルSOLFA-1を用い、二次系Na漏洩事故の事象推移に関する総合模擬試験 (Run-D2) を実施した。SOLFA-1試験セルの鳥瞰図をFig.2に示す。

試験では、「もんじゅ」二次主冷却系配管の保温構造を模擬した模擬Na配管、床ライナ、連通管及び燃焼抑制槽を試験セル内に実機と類似に配置し、温度505℃、総重量約3tonのNaを模擬Na配管から実機と同じ圧力 (約3.8kg/cm²G) で漏洩させることによって、配管からのNa漏洩に始まり、燃焼抑制槽でのNa燃焼の自然鎮火によって事故が終息するまでの事象推移を調べた。試験条件をTable 1に示す。

試験で得たNa燃焼抑制槽に関する主な結果と結論は、以下のとおりであった。

- (1) Fig.3に示す抑制槽内の深さ方向の温度変化の結果から、抑制槽内に流入したNaの流量を求めるとFig.4に示す如くとなり、ほぼ配管からの漏洩Na流量である4l/minと等しかった。
- (2) Fig.5に示す抑制槽内外の酸素濃度変化の結果から、燃焼抑制板は抑制槽内に外部から空気が流入するのを十分抑制しており、燃焼抑制効果が有効に働いていることがわかった。
- (3) Fig.6に示す抑制槽内の貯留Na温度変化の結果から、抑制槽内の貯留Na温度は時間が経過するとともに下降し、試験終了時には燃焼限界温度以下である約240℃まで下がった。
- (4) Fig.7に示す室内各部の温度変化の結果から、燃焼抑制槽内の貯留Naの燃焼発熱量を求めると、Fig.8に示す結果を得た。この図から、抑制槽内にNaが流入し始めた時は、槽内の酸素と流入Naとの反応による燃焼のために最大約50kW/m²の燃焼発熱量を示しているが、Naが槽内に流入し終わった後は、燃焼抑制板による燃焼抑制効果のため、燃焼発熱量はほとんどゼロに維持された。
- (5) 以上の結果から、配管から漏洩したNaは燃焼抑制槽内に円滑に回収され、燃焼抑制板による燃焼抑制効果によってNa燃焼は自然鎮火できることを実証した。なお、試験の詳細については、文献^{6),7)}を参照されたい。

3. 解析方法

3. 1 解析モデルの体系

Run-D 2 で使用した SOLFA-1 試験装置の下部室の体系を、コード用に単純化し、後述する解析に使用した各種の定数及び物性値とともに Fig.9 に示す。

ASSCOPS コードは、上下 2 つのセルに対して、上部セル（セル 2）ではスプレー燃焼を、下部セル（セル 1）ではプール燃焼をセル間相互のフィードバックを考慮に入れながら解析することができる。また、これらのセルとは別に、各セルからのガス漏洩とそれに伴う熱の出入りを扱うために、第 3 のセルを解析対象とすることもできる。

Run-D 2 の SOLFA-1 下部室の体系は、燃焼抑制板をはさんで上下 2 つのセルで構成されており、しかもスプレー燃焼を扱う必要がない。そこで、燃焼抑制板の上部空間をセル 2、燃焼抑制槽内部をセル 1 としてモデル化し、スプレー燃焼は入力データによってその計算を省略した。また、試験では燃焼抑制板の上部空間雰囲気（約 $1.4 \text{ m}^3/\text{min}$ の流量で換気し、排気ガスを排煙ダクトを通じて大気に開放していた。このため、セル 3 を大気に見立ててモデル化し、これによって解析対象セルと大気とのガスの流入出を考慮した。さらに、解析対象セル各部についてはコードの機能を最大限に利用して実際の体系を忠実にモデル化した。

尚、今回の解析で使用した ASSCOPS コードのバージョンは、ASSCOPS Version 1.1 H改である。

3. 2 解析条件

解析の初期条件は、各部の温度、雰囲気圧力、雰囲気中の酸素濃度等については試験開始直前の実測値を用い、各部構造材の物性値（密度、熱伝導率、比熱）については、原則として伝熱工学資料⁹⁾および各部材の製造カタログを基にした。ここで、後者の物性値については、同じ SOLFA-1 試験セルの下部室を用いて実施した空気雰囲気における Na プール燃焼試験（Run-D 1、以下 Run-D 1 と略す）の解析¹⁰⁾ で使用した値と同じであり、床ライナ下のパーライト・ボードについては中の支持構造部であるコの字型鋼（材質：炭素鋼）を考慮し、これらの伝熱面積、体積および重量を基に等価物性値として決定した。

各部構造材のメッシュ切りに際しては、熱電対の設置場所が各メッシュの中心になるようにした。また、燃焼抑制槽内への流入 Na 温度と流入 Na 流量は、Fig.3 および Fig.4 に示した試験結果を平均化して、それぞれ $505 \text{ }^\circ\text{C}$ と $4 \text{ l}/\text{min}$ ($3.22 \text{ kg}/\text{s}$ at $505 \text{ }^\circ\text{C}$) とした。

ガスと各部の対流熱伝達にかかわる係数については、前記のRun-D1の解析条件と同じであるが、各部間の放射熱伝達にかかわる熱放射係数は、燃焼抑制板の上部空間（セル2）については雰囲気完全透明と仮定して構造材間の熱放射係数は1.0とし、燃焼抑制槽内（セル1）についてはこれをパラメータとした。この理由は、試験時のテレビカメラによる観察結果と試験結果にもとづくもので、燃焼抑制板の上部空間（セル2）については、Fig.10に示すエアロゾル濃度の時間変化からわかるように抑制槽内にNaが流入してきた初期を除いてエアロゾルが殆ど認められなかったためであり、抑制槽内（セル1）については、Na燃焼が抑制されたことによって、エアロゾルの濃度が時間とともに変化すると推測されるためである。

燃焼抑制槽内の熱放射係数をパラメータとした計算は、以下の3ケースである。

- (1) セル1と同様に雰囲気完全透明と仮定し、プール表面と構造材および構造材間の熱放射係数を1.0としたケース。これは、実機の燃焼抑制槽の解析条件に相当する。
- (2) 雰囲気はエアロゾルによって不透明と仮定し、プール表面とエアロゾルの熱放射係数は0.65で、エアロゾルと構造材の熱放射係数は0.73としたケース。これは、実機のNa漏洩事故室の解析条件に相当する。
- (3) 雰囲気はエアロゾルによって不透明と仮定し、プール表面とエアロゾルの熱放射係数は0.65で、エアロゾルと構造材の熱放射係数は0.5としたケース。これは、前記のRun-D1の解析条件に相当する。

以上の条件をもとに作成した入力データのうち、ケース1のものを例としてAppendix 1に示す。

4. 解析結果と考察

3.で述べた入力データを用いたASSCOPSコードによる3ケースの解析結果と、RUN-D2で得た試験結果を比較した結果およびその考察を以下に述べる。なお、各ケースごとの解析結果と試験結果の比較結果については、APPENDIXとして添付する。

4. 1 各部温度の時間変化

Fig.11および12に、ASSCOPSコードによる3ケースの各部温度解析結果とそれらの実測値の比較を示す。Fig.11は燃焼抑制槽（セル1）の結果で、Fig.12は燃焼抑制板上部（セル2）の結果である。

まず、Fig.11に示した燃焼抑制槽（セル1）内部の結果のうち、特に安全評価上重要な槽内貯留Naの冷却性能に関係する貯留Naの温度変化については、いずれのケースについても解析結果と試験結果は良く一致している。ただし、槽内ガス温度と燃焼抑制槽板温度については、解析結果の全ケースともその傾向は試験結果と一致しているが、ケース1がピーク温度も再現しているのに対し、ケース2と3はピーク温度が過小評価である。

次に、Fig.12に示したセル2内部（ガス温度、壁と天井の放射熱防止板）の結果は、上記燃焼抑制槽内部の場合と逆にケース2と3が試験結果のピーク温度を再現し傾向も一致しているのに対し、ケース1では解析結果のピーク温度が試験結果のそれを大きく上回っている。

最後に、Fig.11と12に示した床と壁のコンクリート温度については、いずれのケースについても解析結果と試験結果の一致は非常に良好であるが、天井のコンクリート温度についてはいずれのケースについても解析結果は試験結果を過小評価している。この原因は、試験では今回の解析対象室の上部にNa漏洩事故室が存在しており、上部室からの放熱が鉄骨の梁等を通じて下部室の天井に入熱源として加わっているのに対し、解析ではこれを考慮できなかったためと考える。

以上の結果を総合的に判断すると、放射熱伝達に係わる熱放射係数は、試験時の燃焼抑制槽（セル1）内部雰囲気と燃焼抑制板上部（セル2）雰囲気のエアロゾル濃度時間変化に伴って時事刻々変化しており、解析でパラメータとして考慮した範囲内で変動しているものとする。したがって、今回の解析結果の試験結果に対する誤差が過大評価側で約30%、過小評価側で約20%であること、および現状のASSCOPSコードでは熱放射係数を雰囲気中エアロゾル濃度の関数として扱うことが不可能であることの2点を考慮すると、解析結果はほぼ妥当であるとする。

4. 2 ガス圧力と酸素濃度変化

Fig. 13 に、セル内ガス圧力および酸素濃度についての ASSCOPS コードによる 3 ケースの解析結果とそれらの実測値との比較を示す。

まず、セル内ガス圧力については、試験では前述のとおり大気開放とし換気していたためにほとんど変動はなく、試験期間中を通じてほぼ一定である。これに対し、解析結果の再現性は良好である。

次に、セル内酸素濃度は、燃焼抑制槽（セル 1）内部については流入 Na と酸素との反応による初期の急激な濃度減少は良く再現されているが、その後の傾向として試験結果に槽内の温度低下に伴うガスのシュリンクによる酸素濃度上昇が見られるのに対し、解析ではいずれのケースでもこれを再現できなかった。また、燃焼抑制板上部（セル 2）については、初期の槽内での流入 Na と酸素との反応に伴って、セル 2 からセル 1 への酸素の供給が行われているが、解析結果は試験結果に比べてこの程度が穏やかである。このため、解析結果の槽内の酸素濃度減少速度は試験結果に比べて速くなっている。

これらの結果から、細部については解析結果は試験結果を再現できなかった部分もあるが、燃焼抑制板による槽内への酸素流入抑制効果については、ASSCOPS コードは妥当な結果を与えることがわかった。

4. 3 貯留ナトリウムの燃焼発熱量

Fig. 14, 15, 16 に、貯留 Na の燃焼発熱量についての ASSCOPS コードによる 3 ケースの解析結果とそれらの実測値との比較をそれぞれ示す。いずれのケースとも、初期の流入 Na と酸素との反応による燃焼発熱量のピーク値は、試験結果が約 55 kW/m^2 であるのに対し、解析結果は約 40 kW/m^2 と約 30% の過小評価である。この原因は、解析では槽内への流入 Na を穏やかな表面を持った Na プールの単なる質量増加としてモデル化しているが、試験では Na がプール表面を波立たせながら流入しているために反応表面積が増加し、初期の燃焼発熱量のピーク値が大きくなったものとする。しかし、その後の燃焼発熱量については、解析結果は試験結果と同様にほぼゼロを示し、燃焼抑制槽による流入 Na の燃焼抑制効果を再現している。なお、図でピーク値の出現時刻が解析結果と試験結果でずれているのは、試験結果の時刻ゼロが上部室での Na 漏洩開始時刻であるためである。

以上の結果から、貯留 Na の燃焼発熱量についても ASSCOPS コードはほぼ妥当な結果を与えることがわかった。

結 論

二次系ナトリウム漏洩事故の事象推移に関する総合模擬試験（Run-D2）に於けるナトリウム燃焼抑制槽の試験結果を用い、動燃で新たに開発したナトリウム燃焼抑制槽に対するナトリウム燃焼解析コードASSCOPSの適用性を検討した。

解析では、槽内雰囲気放射熱伝達に関してコード上の定義による熱放射係数をパラメータとし、以下の3ケースを実施した。

- (1) 雰囲気は完全透明と仮定し、プール表面と構造材及び構造材間の熱放射係数は1.0
- (2) 雰囲気はエアロゾルによって不透明と仮定し、プール表面とエアロゾルの熱放射係数は0.65で、エアロゾルと構造材の熱放射係数は0.73
- (3) 雰囲気はエアロゾルによって不透明と仮定し、プール表面とエアロゾルの熱放射係数は0.65で、エアロゾルと構造材の熱放射係数は0.5

いずれのケースとも解析結果は試験結果を比較的良く再現しており、特に安全評価上重要となる槽内貯留ナトリウムの冷却特性に関しては良く一致した。各部温度の試験結果に対する解析結果の誤差は、過大評価側で約30%、過小評価側で約20%であった。

以上の結果から、ナトリウム燃焼解析コードASSCOPSは、動燃で新たに開発したナトリウム燃焼抑制槽の性能評価に対しても、十分適用できるとの結論を得た。

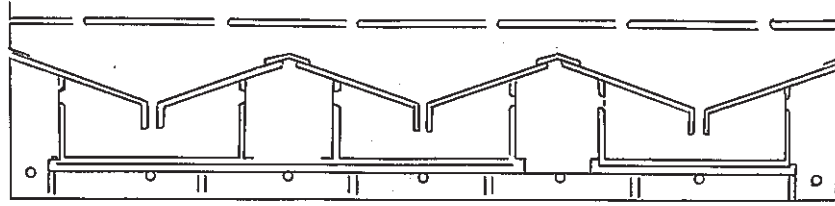
参考文献

- 1) J. L. Ballif, "LIQUID METALS FIRE CONTROL ENGINEERING HANDBOOK," HEDL-TME-79-17, Feb. 1979.
- 2) 川部, 姫野, 藤枝, 奥村, 佐藤., 「ナトリウム火災防護設備基礎試験」, PNC報告書, SN941 84-124, 1984年8月
- 3) 姫野, 宮原, 川田, 川部, 佐々木, 山田, 宮口., 「ナトリウム火災防護設備基礎試験(Ⅲ) -二次系ナトリウムの事故推移に関する縮尺モデル試験, Run-B3-」, PNC報告書, SN941 85-130, 1985年9月
- 4) 川部, 他, "ナトリウム漏洩対策設備基礎試験", 日本原子力学会「昭和60年会」D49, 1985年3月
- 5) 里見, 山崎, 他, 「ナトリウム火災解析コードASSCOPS Ver.1.1 (インプットマニュアル)」, PNC報告書, SN952 84-13, 1984年
- 6) 宮原, 佐々木, 山田, 姫野., 「大規模ナトリウム漏洩燃焼試験(V) -二次系ナトリウム漏洩事故の事象推移に関する総合模擬試験, Run-D2-」, PNC報告書, ZN9410 86-113, 1986年10月
- 7) 宮原, 佐々木, 山田, 姫野., 「大規模ナトリウム漏洩燃焼試験(V) -二次系ナトリウム漏洩事故の事象推移に関する総合模擬試験, Run-D2-」, PNC報告書, SN9410 87-117, 1987年9月
- 8) 宮原, 他, "FBRナトリウム燃焼抑制槽の開発に関する工学試験", 日本原子力学会「昭和62年会」A65, 1987年4月
- 9) 日本機械学会編., 「伝熱工学資料(改訂第3版)」, 1975年
- 10) 宮原, 佐々木, 山田, 姫野., 「大規模ナトリウム漏洩燃焼試験(I) -空気雰囲気におけるナトリウムプール燃焼試験, Run-D1-」, PNC報告書, SN9410 87-081, 1987年5月

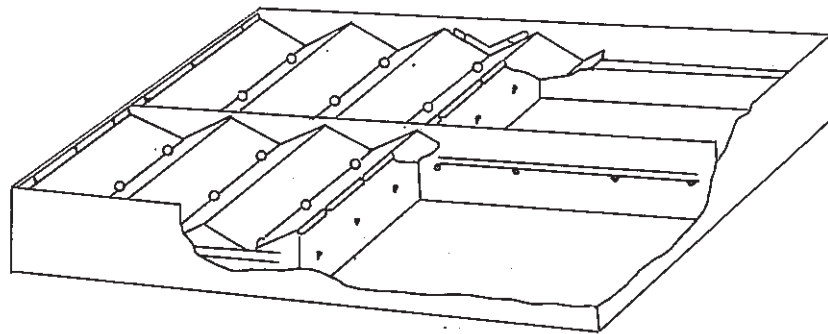
Table 1 Test Conditions of Run-D2

Sodium Fedded	: 2974.1 kg
Sodium Temperature	: 505 °C, Hot-Leg Temperature of Monju IHTS
Sodium Pressure	: 3.8 kg/cm²G, Hot-Leg Sodium Pressure of Monju IHTS
Simulated Sodium Pipe	: 1/2.6 (linear scale) of Monju IHTS Pipe
Cross Area of Leak Hole	: 1/(2.6)² of a 1/4 Dt Leak Hole Posturated for Monju IHTS Pipe
Initial Temperature of Simulated Sodium Pipe	: 505 °C
Oxygen Injection Rate into Upper Cell	: 2.2 m³/min (during Sodium Spill) 0.2 m³/min (after the end of Sodium Spill)
Air Flow Rate into Lower Cell	: 1.4 m³/min
Temperature of Feed Air	: 16.0 °C
Relative Humidity of Feed Air	: 52.0 %

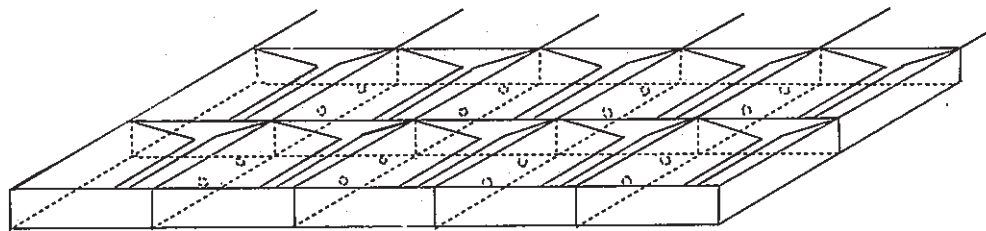
PSS-SFE-344



CATCH TRAY ARRANGEMENT TO EXTINGUISH
SODIUM FIRES, UKAEA
(PROPOSED FOR PFR)

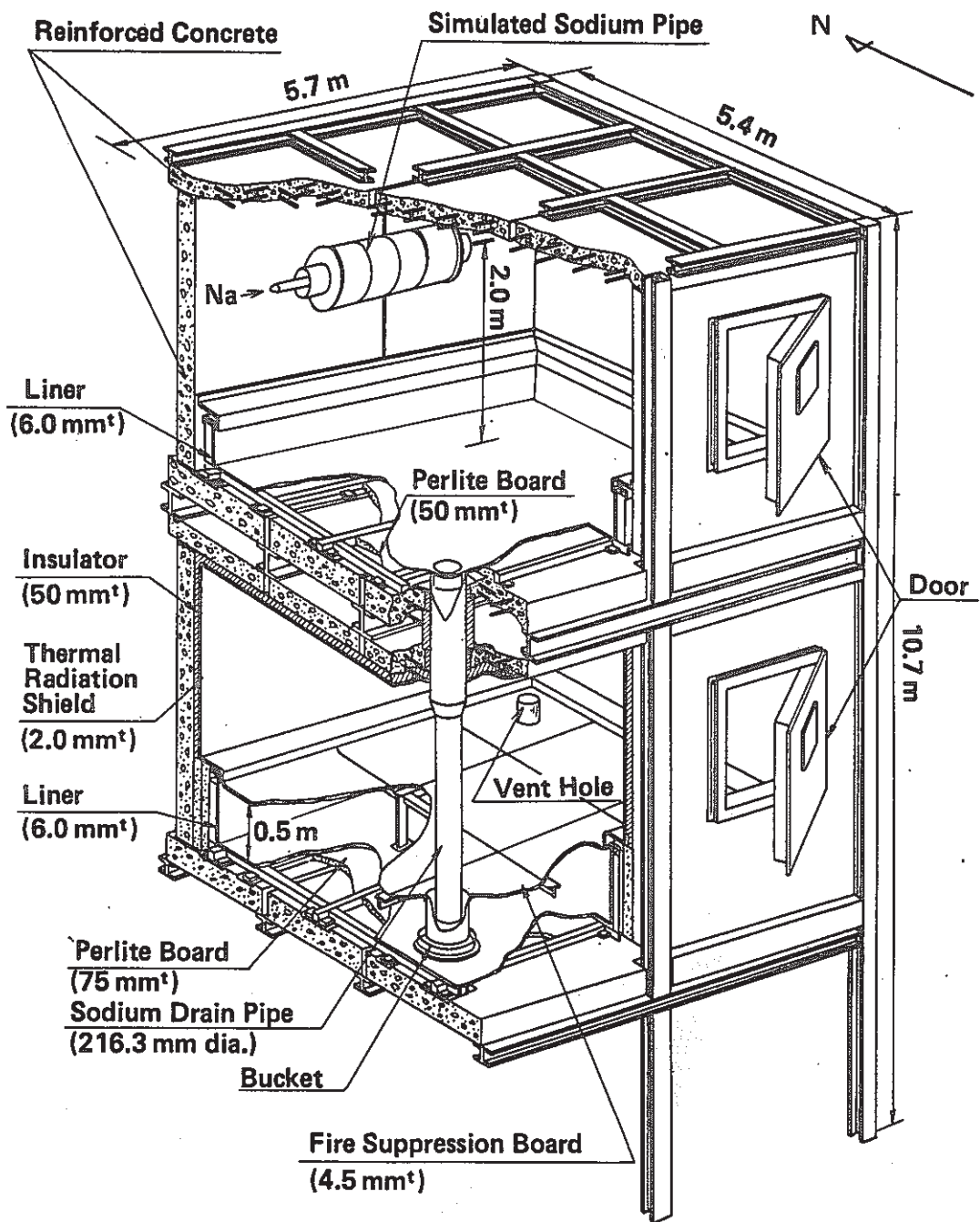


GERMAN (GFK) RIC-RAK PLATE
4.5 m² CONTAINMENT



FRENCH SODIUM CONTAINMENT CATCH PAN SYSTEM

Fig.1 Various Types of Smothering Tank in Foreign FBRs



**Fig.2 Bird's-eye View of SOLFA-1 for Run-D2
PSS-SFE-35 I**

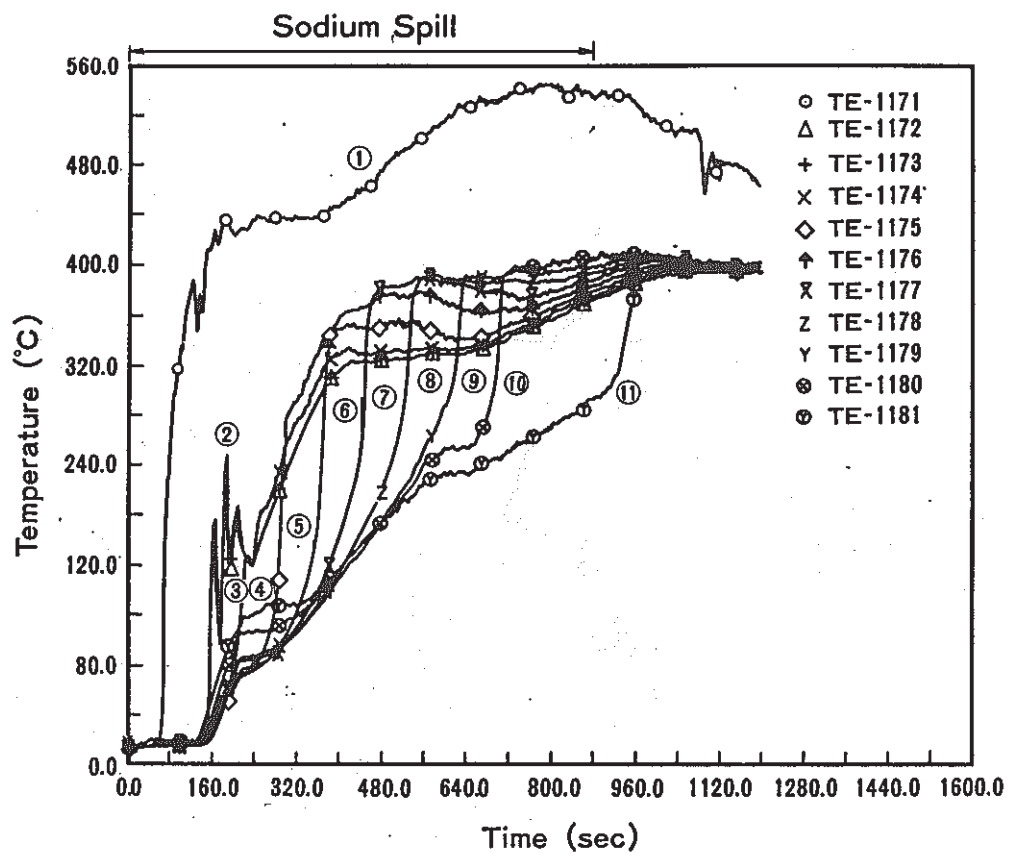
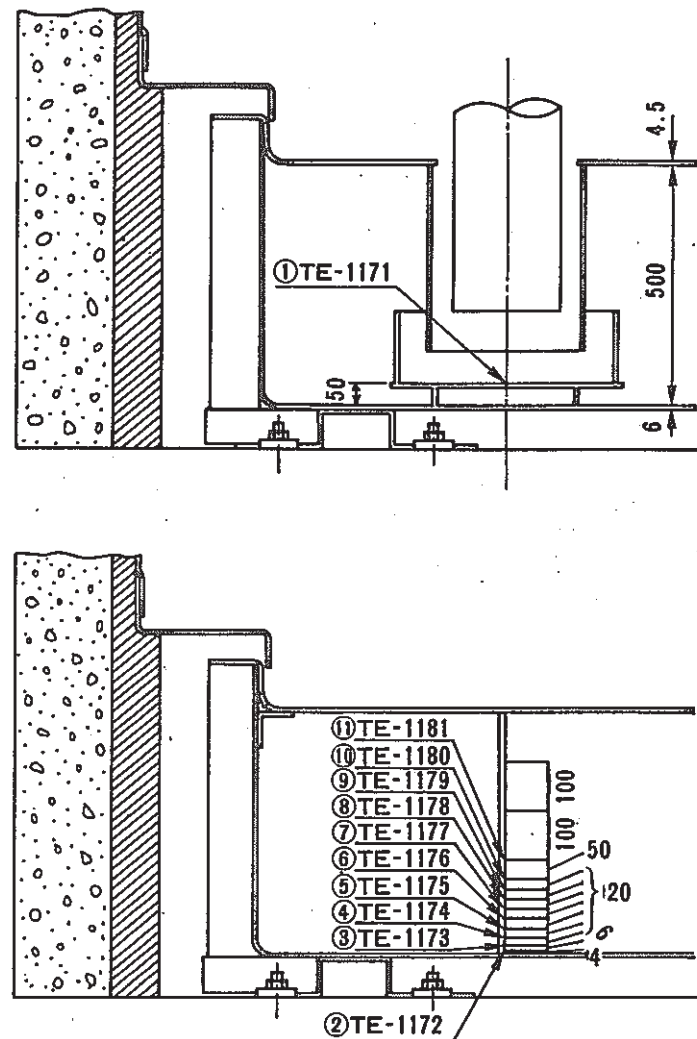


Fig.3 Temperature Change in Bucket and in Smothering Tank during Sodium Spill



PSS-SFE-369

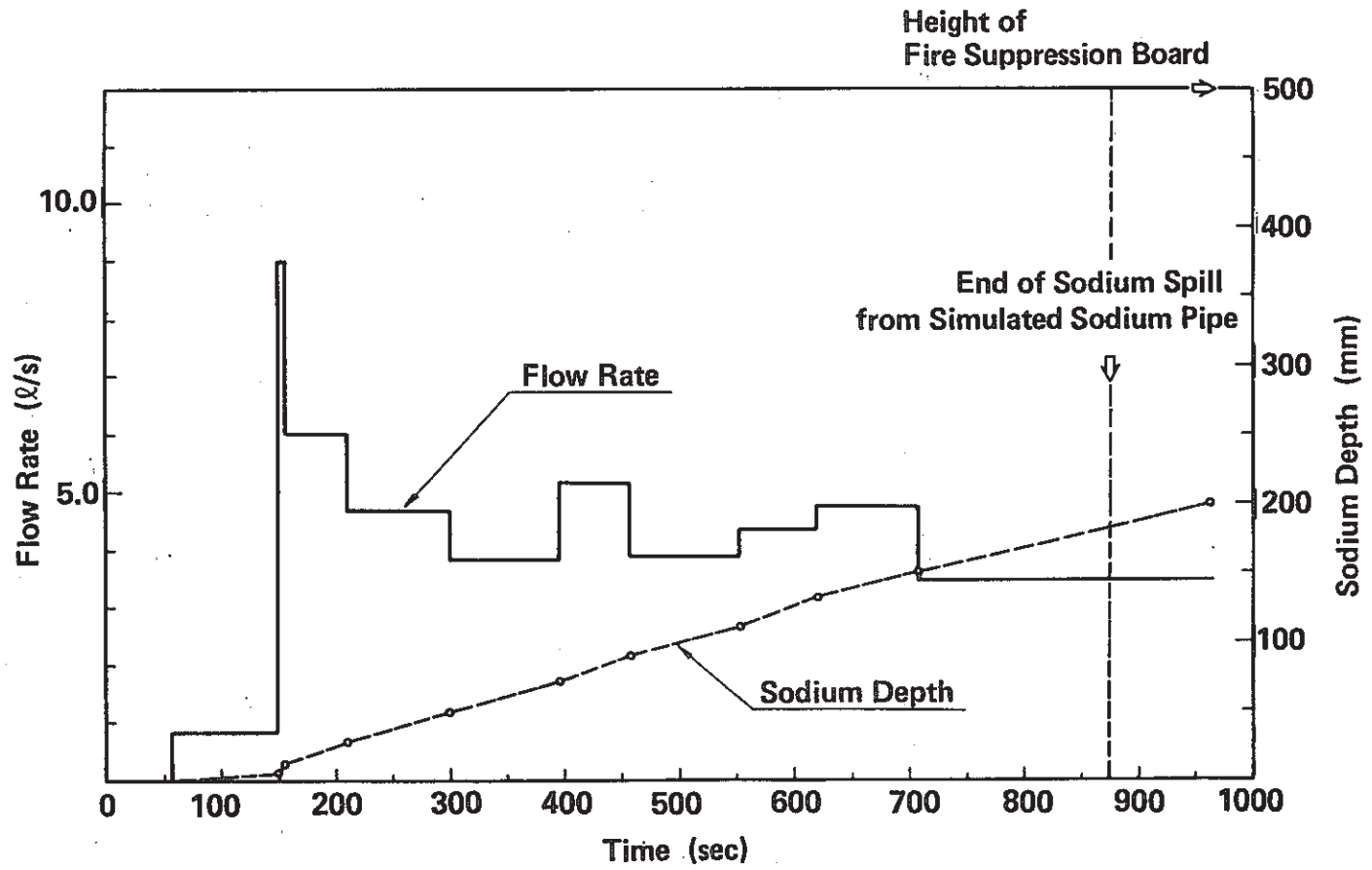


Fig.4 Flow Rate of Drain Sodium into Smothering Tank

PSS-SFE-370

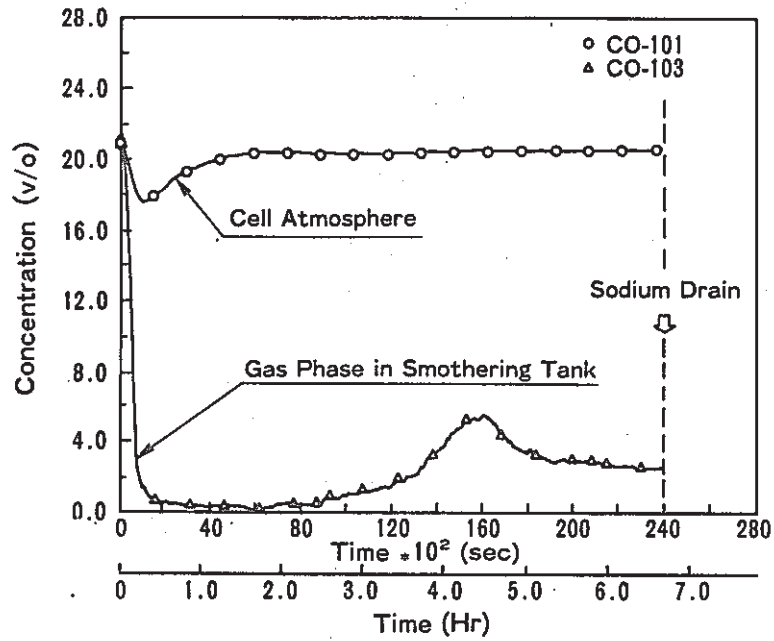


Fig.5 Oxygen Concentration Changes of Cell Atmosphere and of Gas Phase in Smothering Tank during the Test

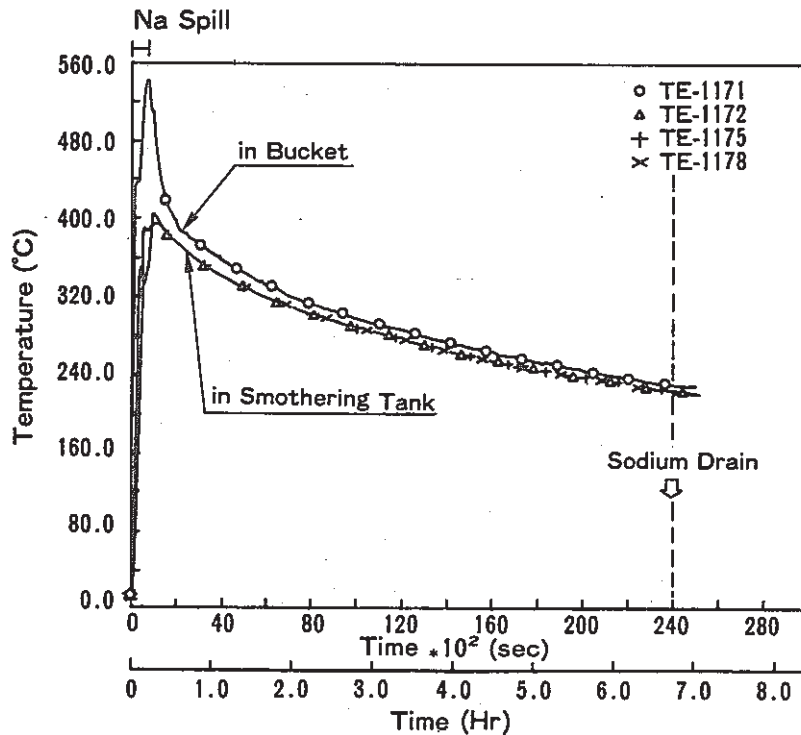


Fig.6 Temperature Changes of Sodium in Bucket and in Smothering Tank during the Test

PSS-SFE-371

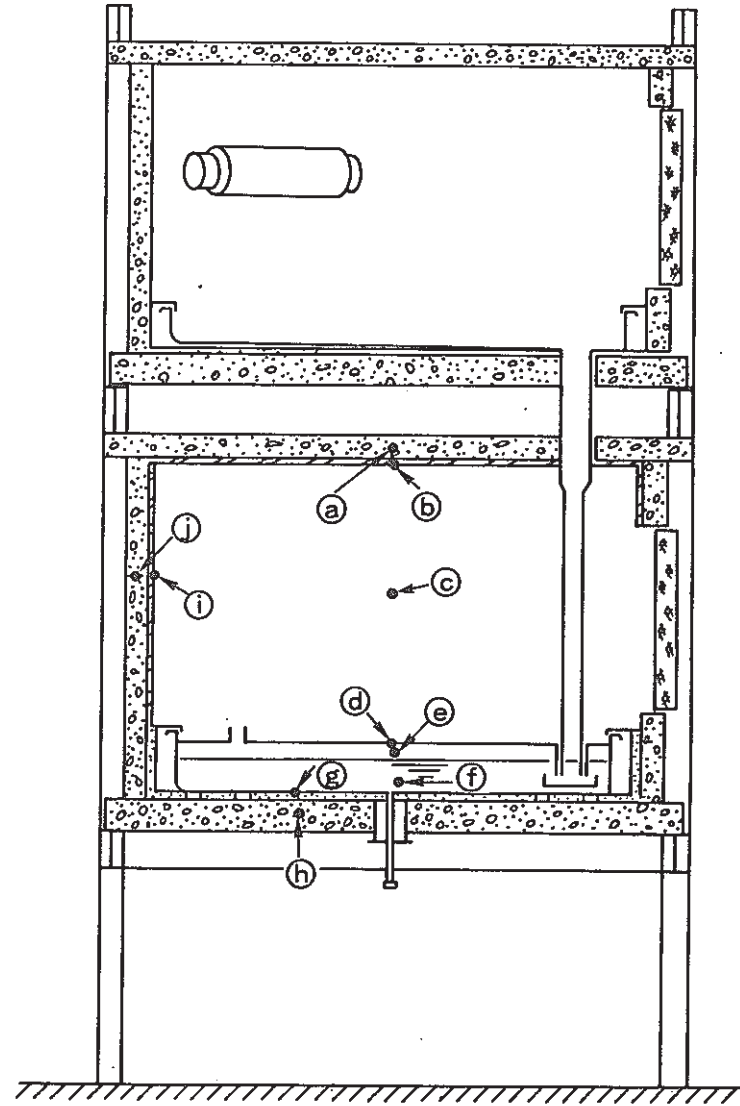
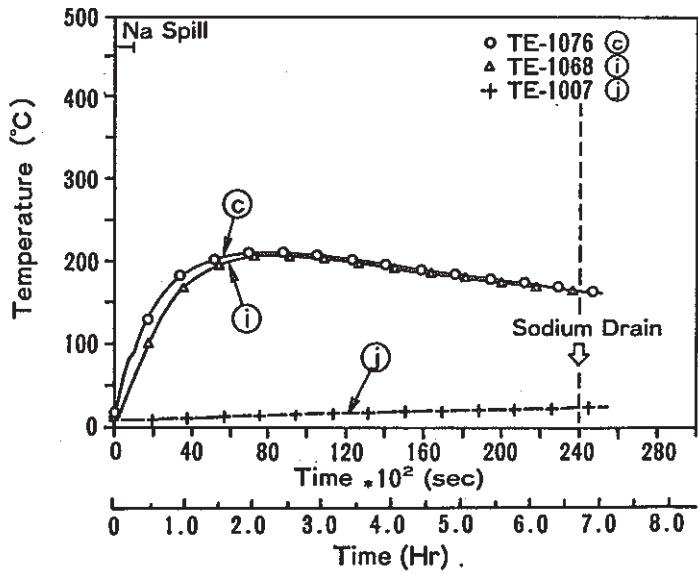
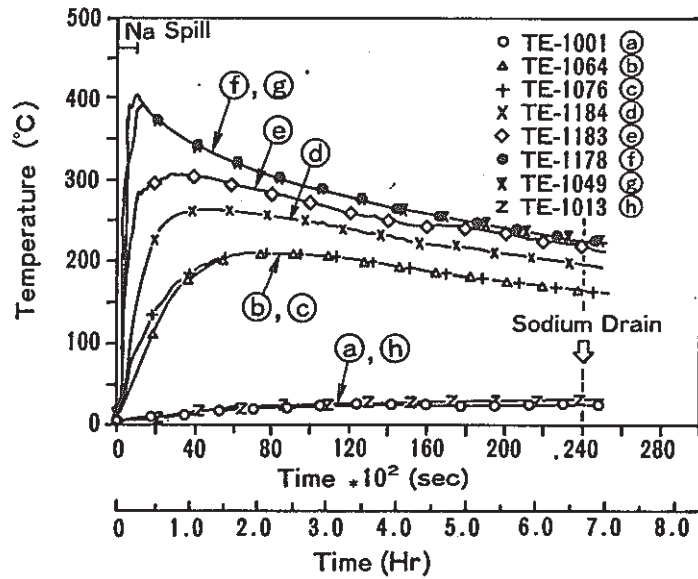


Fig.7 Temperature Distribution Change in the Lower Cell of SOLFA-I during the Test

PSS-SFE-372

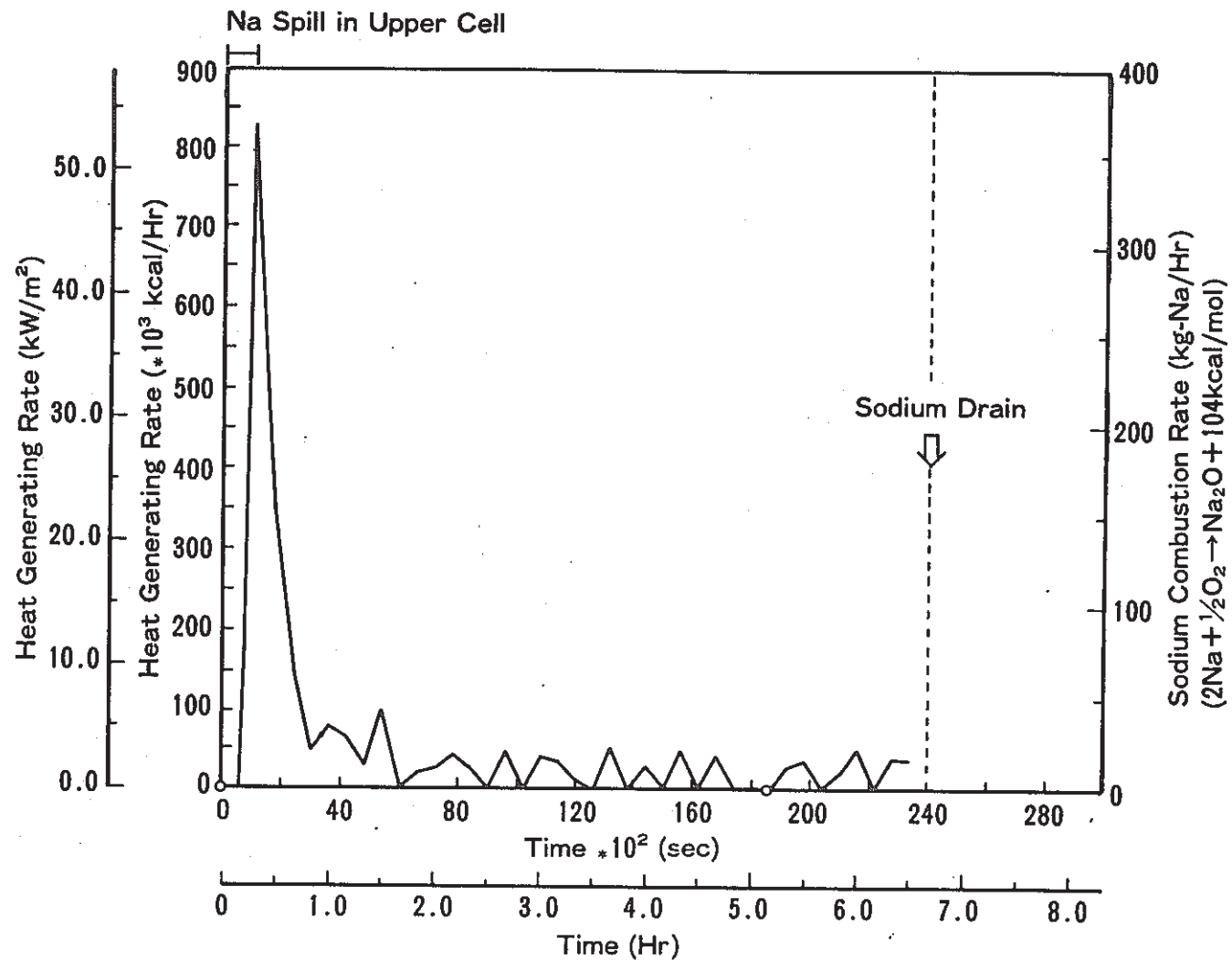


Fig.8 Heat Generating Rate and Sodium Combustion Rate in Smothering Tank during the Test (Lower Cell)

PSS-SFE-373

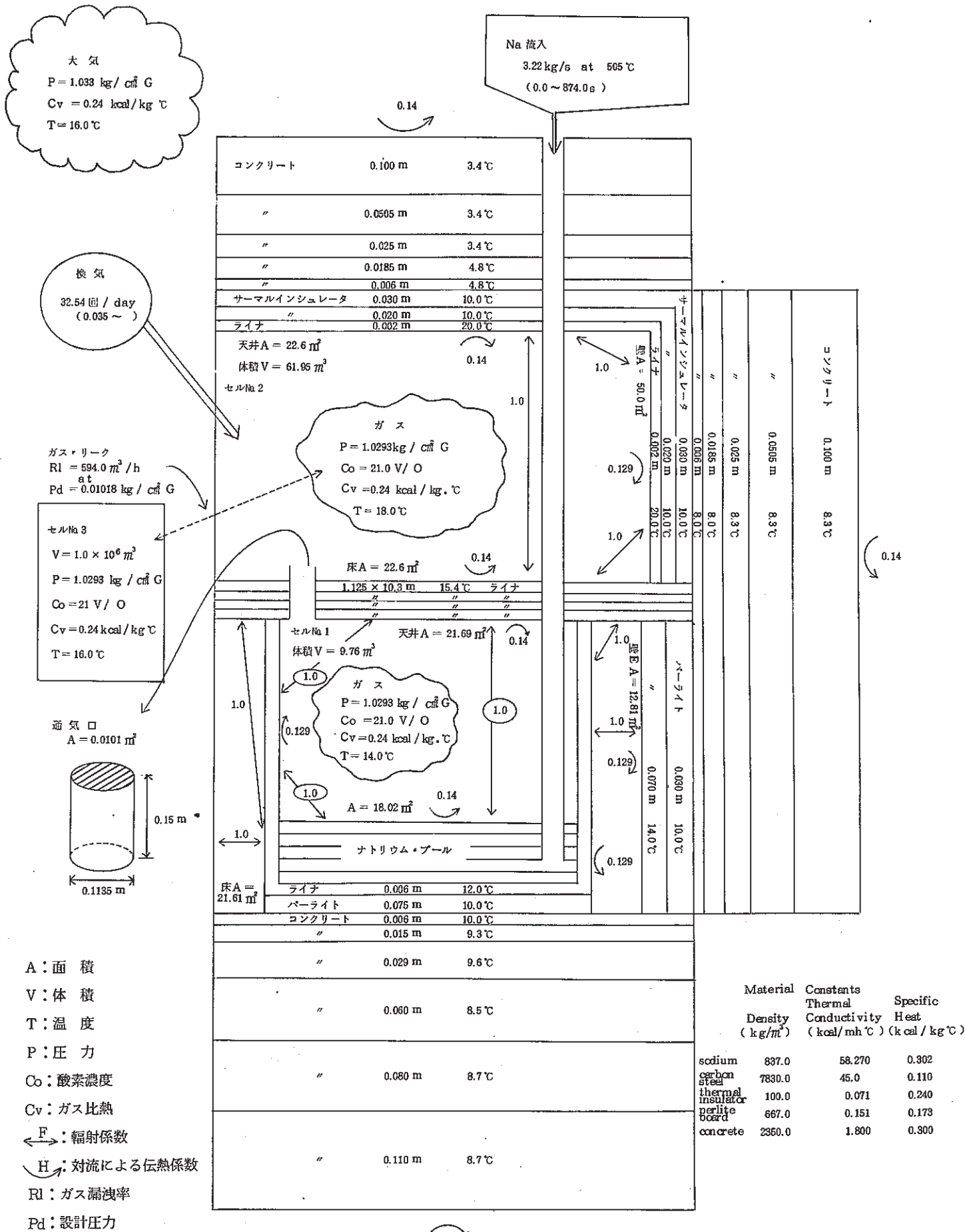


Fig.9 Analytical Model and Its Initial Conditions for Analysis of Run-D2 (Lower Cell) in SOLFA-1

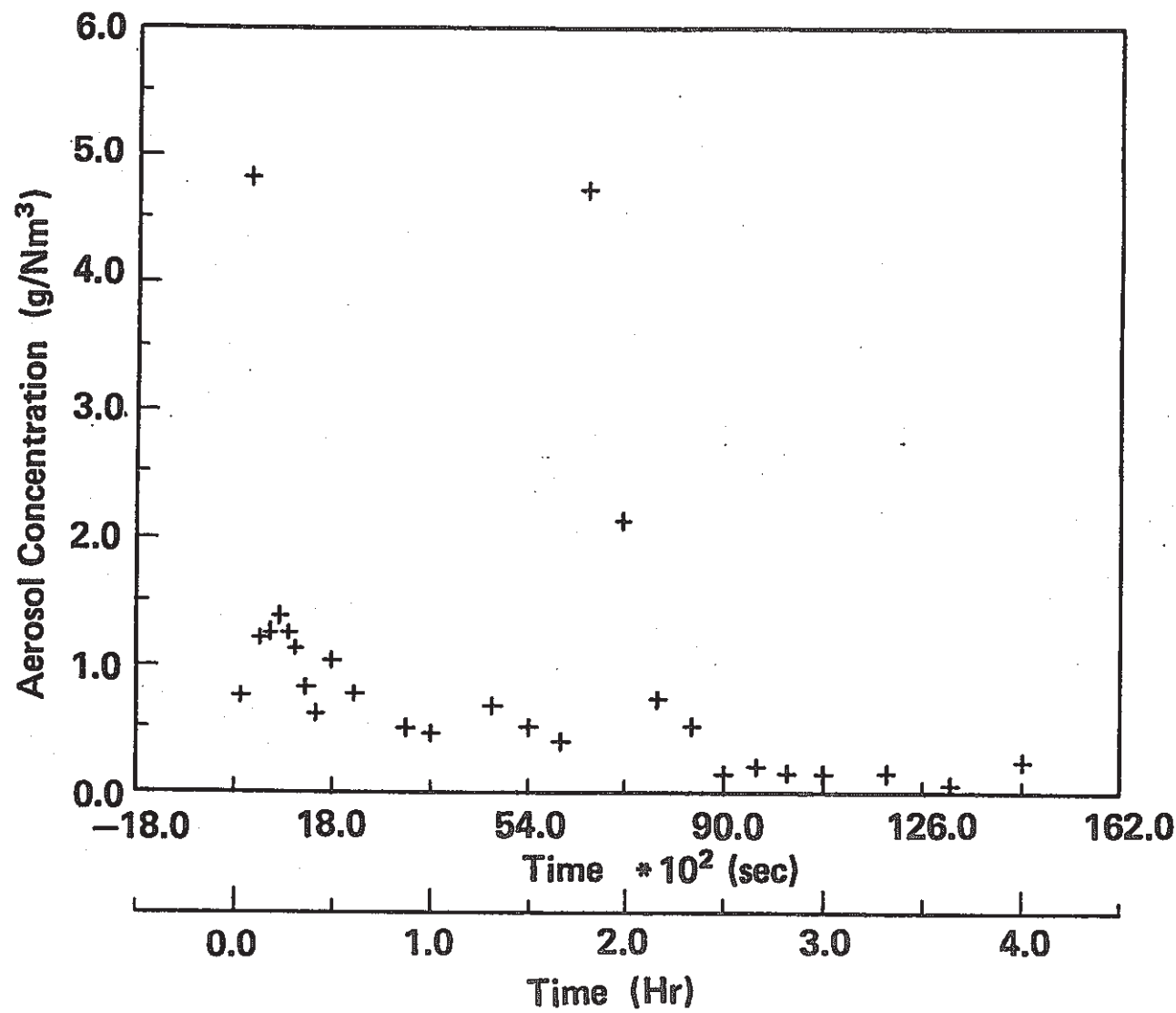


Fig.1 0 Concentration Change of Aerosol during the Test (Lower Cell)

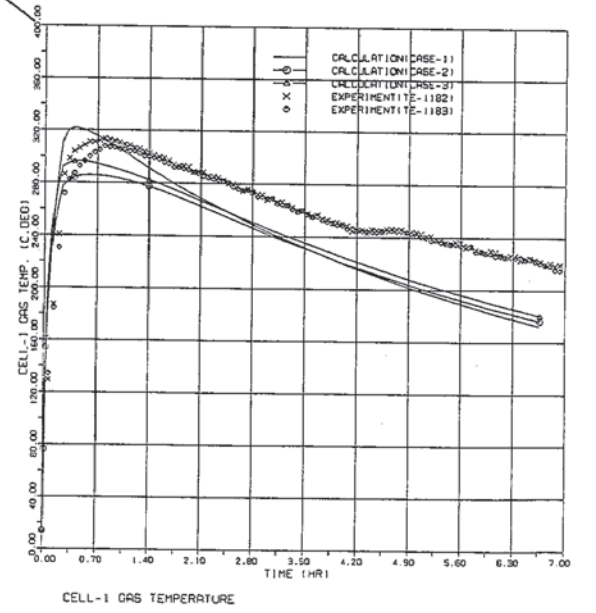
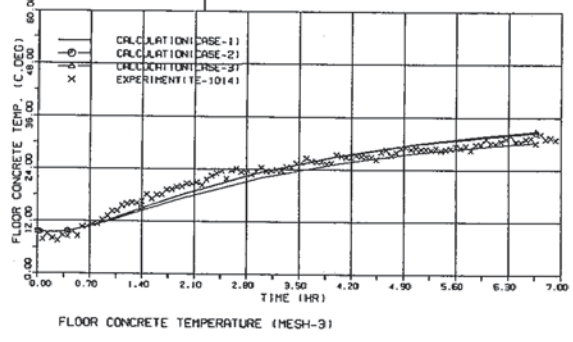
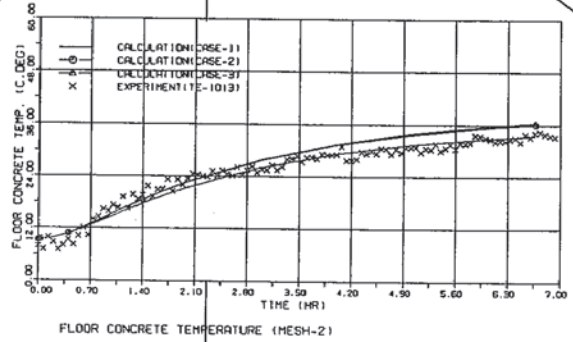
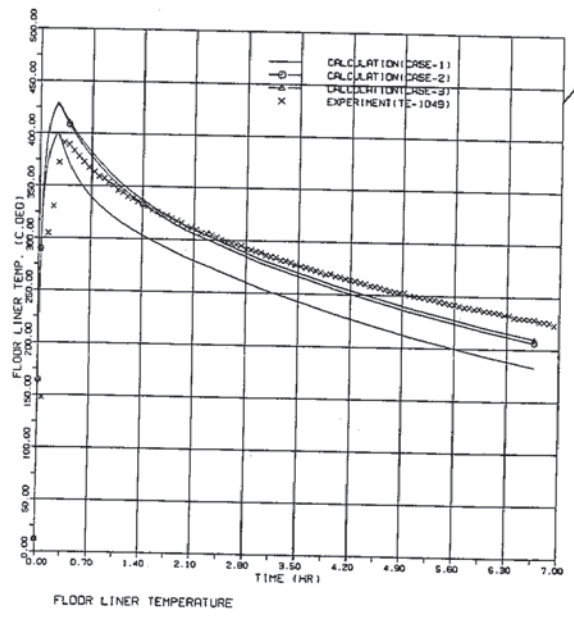
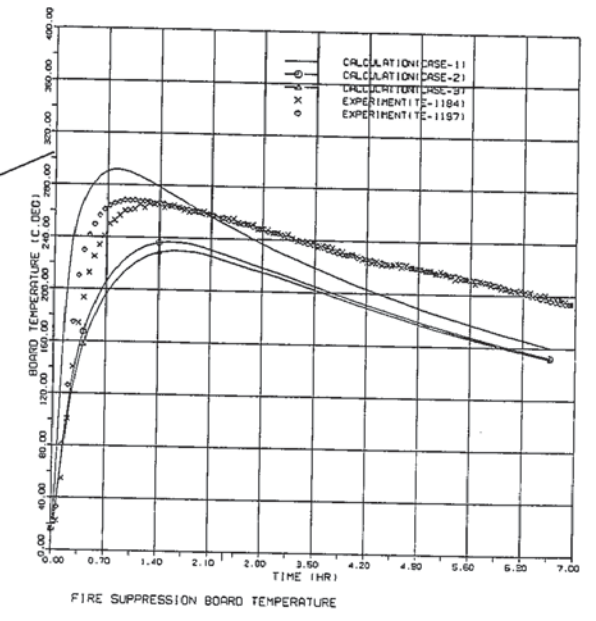
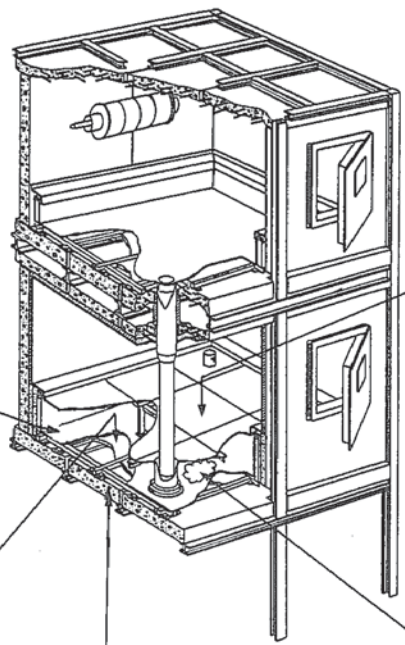
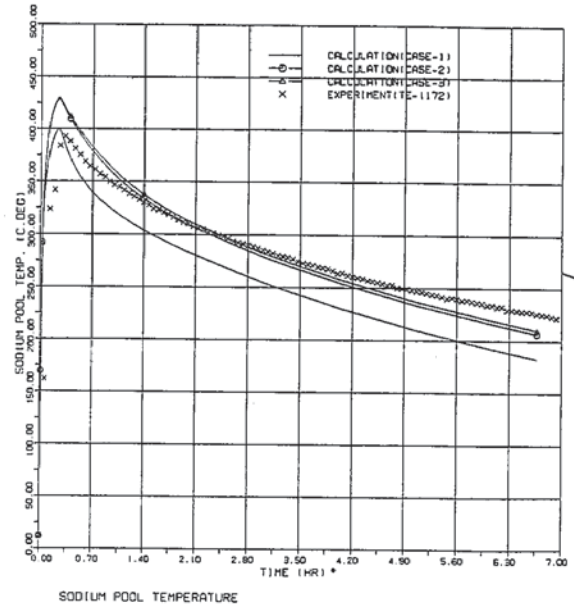


Fig.11 Comparison between Code and Test Results for Temperature Changes of Various Parts in Cell 1

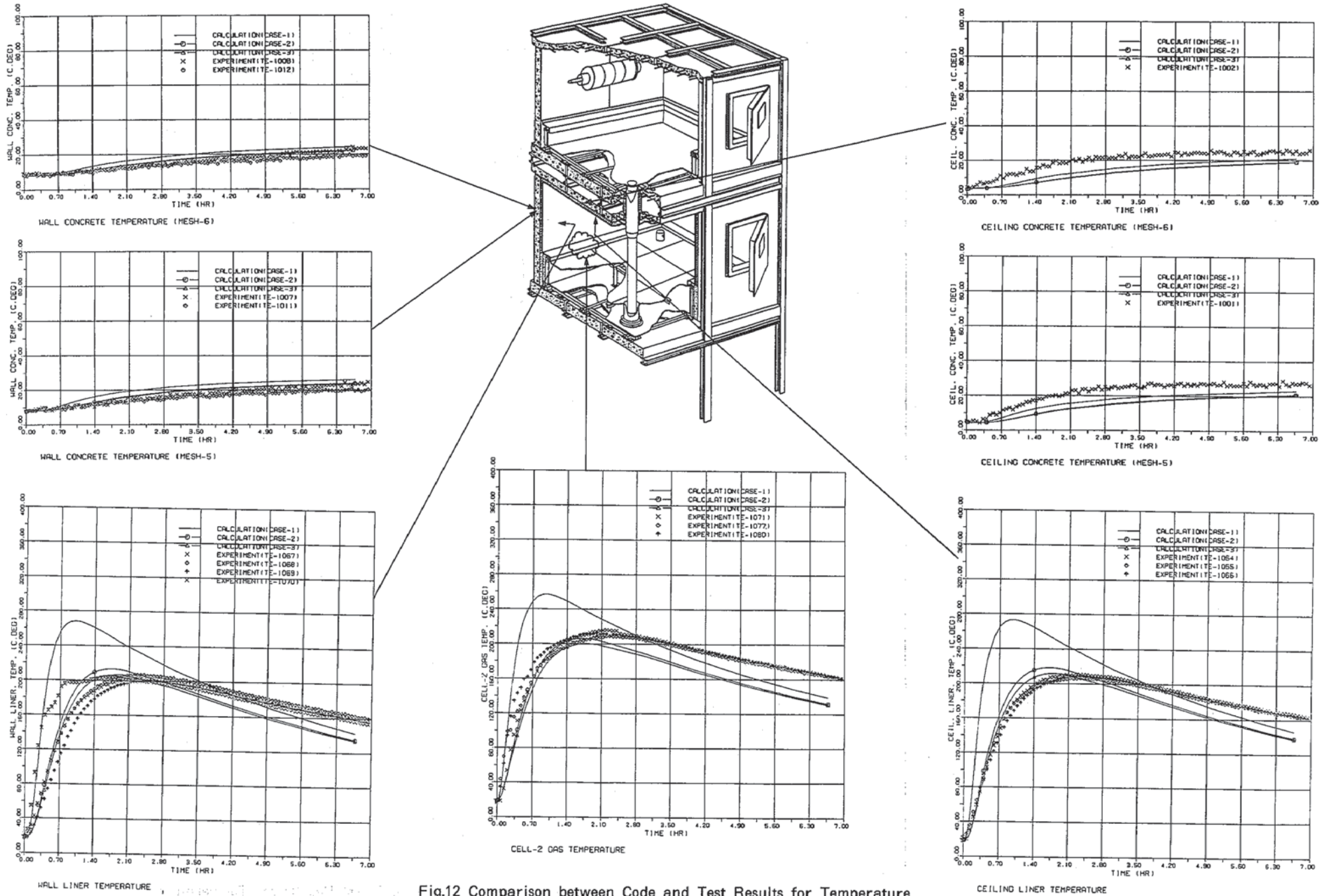


Fig.12 Comparison between Code and Test Results for Temperature Changes of Various Parts in Cell 2

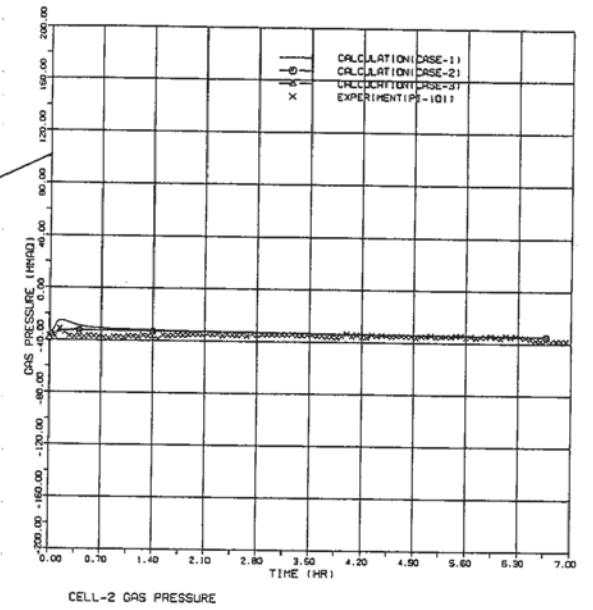
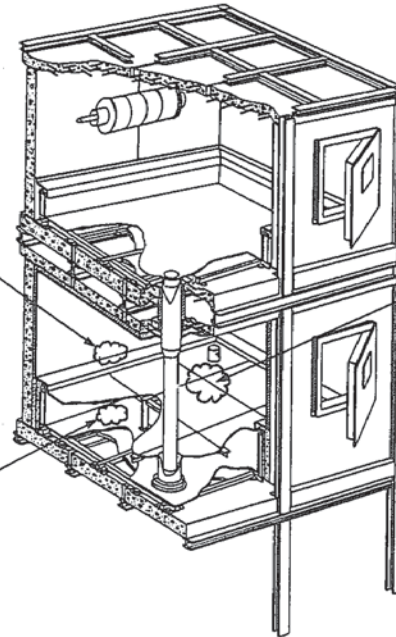
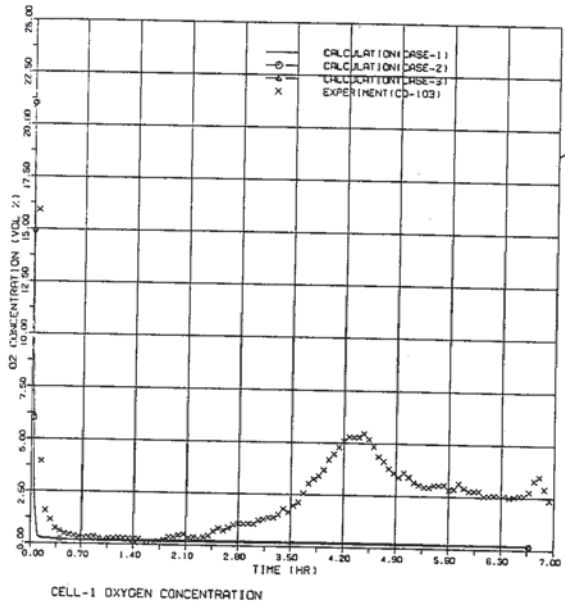
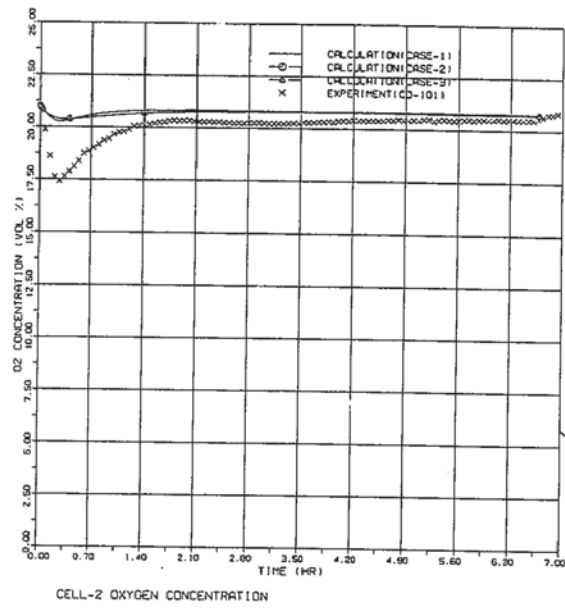


Fig.13 Comparison between Code and Test Results for Gas Pressure and Oxygen Concentration Changes

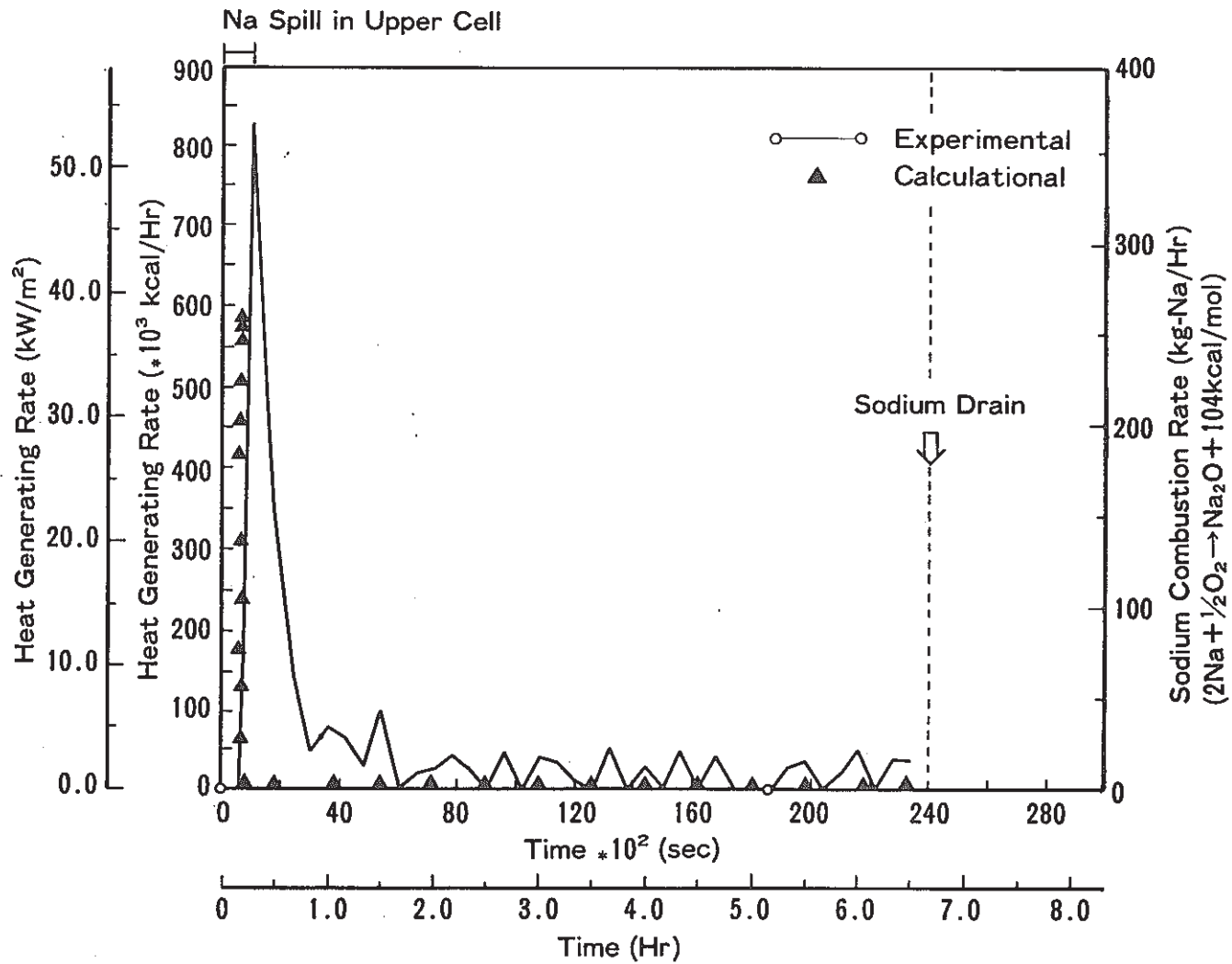


Fig.14 Comparison between Code and Test Results for Heat Generating Rate and Sodium Combustion Rate in Smothering Tank during the Test(Case 1)

PSS-SFE-373

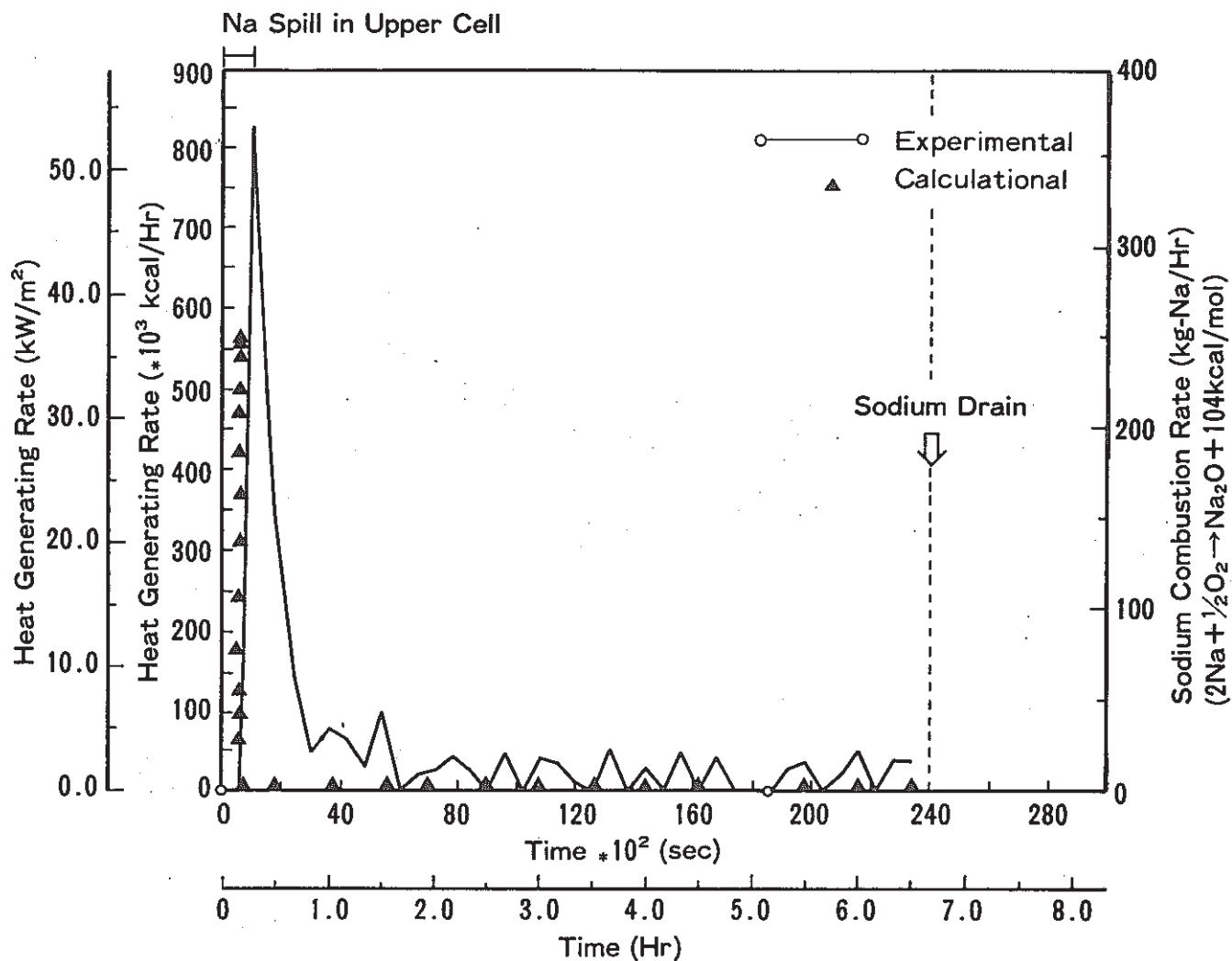


Fig.15 Comparison between Code and Test Results for Heat Generating Rate and Sodium Combustion Rate in Smothering Tank during the Test(Case 2)

PSS-SFE-373

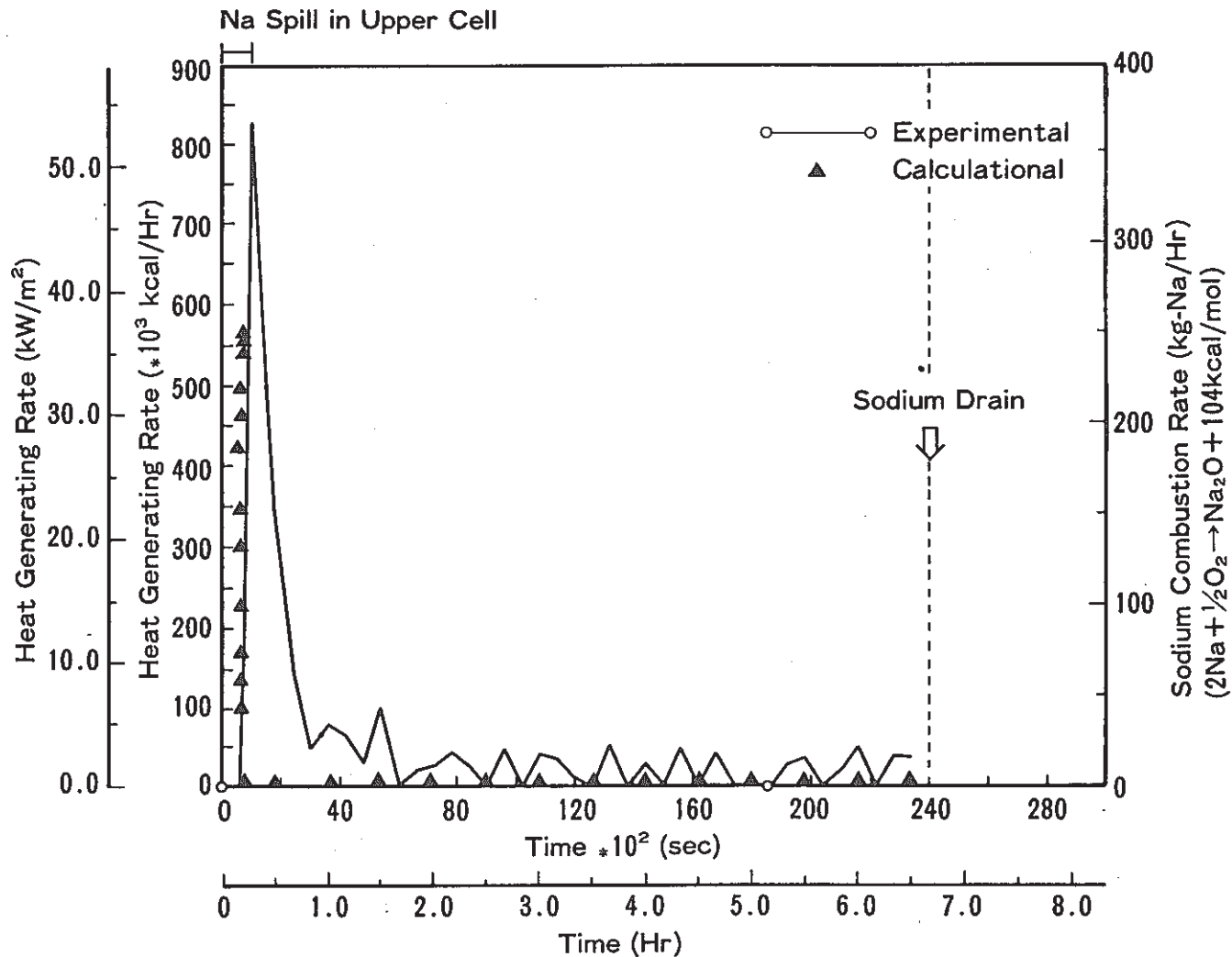


Fig.16 Comparison between Code and Test Results for Heat Generating Rate and Sodium Combustion Rate in Smothering Tank during the Test.(Case 3) PSS-SFE-373

Appendix 1
ASSCOPSコードの入力データ例（ケース1）

Table A-1 Input Data of ASSCOPS (SOFIRE Part) for Analysis of Run-D2 (Lower Cell)

1	NA	837.	58.27	0.302	:	SODIUM								
	2SSUS	7830.	46.00	0.110	:	BURNING PAN								
	3ROCK	100.	0.071	0.24	:	INSULATION								
	4PCON	667.	0.151	0.173	:	INSULATION								
1	5SCON	2350.	1.80	0.30	:	CONCRETE								
+*****+														
+ SOLFA RUN-D2 POST-CALCULATION (ASSCOPS-SF) CASE = LWSF +														
+ PNC-OEC-PSS DEC.1987 +														
+*****+														
1	13	IND	OP1	OP2	KMX	MMX	NMX	IHT	ICL	IGH	IFP	IRE	IPN	IGF
		0	0	1	3	5	5	0	0	0	0	0	0	1
14	23	IPT	IGP	IGT	IGC	IWP								
		-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
27	29	IWP												
		1	1	1										
33	40	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	ID6	ID7	ID8					
		0	1	0	0	0	1	0	0					
41	46	M1	M2	M3	M4	M5	M6							
		1	1	2	2	4	4							
47	52	HW1	HW2	HW3	HW4	HW5	HW6							
		5	5	5	5	5	5							
67	68	HW1	HW2											
		2	2											
87	93	HW1	HW2	HW3	HW4	HW5	HW6	HW7						
		4	4	5	5	5	5	5						
167	168	HW1	HW2											
		2	2											
187	194	HW1	HW2	HW3	HW4	HW5	HW6	HW7	HW8					
		2	3	3	5	5	5	5	5					
207	214	HW1	HW2	HW3	HW4	HW5	HW6	HW7	HW8					
		2	3	3	5	5	5	5	5					
1127	1129	IW1	IW2	IW3										
		6	2	7										
1133	1135	IW1	IW2	IW3										
		2	8	8										
1181	1183	IK1	IK2	IK3										
		10	2	10										
1187	1189	IK1	IK2	IK3										
		1	10	10										
1	5	TWO(1,1,1)		TWO(2,1,1)		TWO(3,1,1)		TWO(4,1,1)		TWO(5,1,1)				
		10.		9.3		9.6		8.5		8.7				
6	6	TWO(6,1,1)												
		8.7												
21	22	TWO(1,2,1)		TWO(2,2,1)										
		15.9		15.9										
41	45	TWO(1,3,1)		TWO(2,3,1)		TWO(3,3,1)		TWO(4,3,1)		TWO(5,3,1)				
		14.		10.		8.5		8.0		8.3				
46	47	TWO(6,3,1)		TWO(7,3,1)										
		8.3		8.3										
121	122	TWO(1,1,2)		TWO(2,1,2)										
		15.9		15.9										
141	145	TWO(1,2,2)		TWO(2,2,2)		TWO(3,2,2)		TWO(4,2,2)		TWO(5,2,2)				
		20.		10.		10.		4.8		4.8				
146	148	TWO(6,2,2)		TWO(7,2,2)		TWO(8,2,2)								
		3.4		3.4		3.4								
161	165	TWO(1,3,2)		TWO(2,3,2)		TWO(3,3,2)		TWO(4,3,2)		TWO(5,3,2)				
		20.		10.		10.		8.		8.				
166	168	TWO(6,3,2)		TWO(7,3,2)		TWO(8,3,2)								
		8.3		8.3		8.3								
1081	1085	DISW(1,1,1)		DISW(2,1,1)		DISW(3,1,1)		DISW(4,1,1)		DISW(5,1,1)				
		0.006		0.015		0.029		0.060		0.080				
1086	1086	DISW(6,1,1)												
		0.110												
1101	1102	DISW(1,2,1)		DISW(2,2,1)										
		1.125E-3		1.125E-3										
1121	1125	DISW(1,3,1)		DISW(2,3,1)		DISW(3,3,1)		DISW(4,3,1)		DISW(5,3,1)				
		0.030		0.070		0.006		0.0185		0.025				
1126	1127	DISW(6,3,1)		DISW(7,3,1)										
		0.0505		0.100										
1201	1202	DISW(1,1,2)		DISW(2,1,2)										
		1.125E-3		1.125E-3										
1221	1225	DISW(1,2,2)		DISW(2,2,2)		DISW(3,2,2)		DISW(4,2,2)		DISW(5,2,2)				
		0.002		0.020		0.030		0.006		0.0185				
1226	1228	DISW(6,2,2)		DISW(7,2,2)		DISW(8,2,2)								
		0.025		0.0505		0.100								
1241	1245	DISW(1,3,2)		DISW(2,3,2)		DISW(3,3,2)		DISW(4,3,2)		DISW(5,3,2)				
		0.002		0.020		0.030		0.006		0.0185				
1246	1248	DISW(6,3,2)		DISW(7,3,2)		DISW(8,3,2)								
		0.025		0.0505		0.100								

Table A-1 (Cont.)

3241	3243	AREAW(1,1)	AREAW(2,1)	AREAW(3,1)		
		21.69	21.69	12.81		
3247	3249	AREAW(1,2)	AREAW(2,2)	AREAW(3,2)		
		22.60	22.60	50.00		
9775	9779	T10(1)	T10(2)	T10(3)	T10(4)	T10(5)
		505.	12.	12.	12.	10.
9780	9780	T10(6)				
		10.				
9781	9785	DIS1(1)	DIS1(2)	DIS1(3)	DIS1(4)	DIS1(5)
		0.	0.	0.006	0.006	0.075
9786	9786	DIS1(6)				
		0.075				
9787	9791	AREA1(1)	AREA1(2)	AREA1(3)	AREA1(4)	AREA1(5)
		0.	18.02	18.44	9.77	18.13
9792	9792	AREA1(6)				
		0.				
9793	9797	AREAF(1)	AREAF(2)	AREAF(3)	AREAF(4)	AREAF(5)
		0.	18.02	0.426	19.54	0.
9798	9801	AREAF(6)	AREAF(7)	AREAF(8)	AREAF(9)	
		0.	3.568	18.02	12.81	
9819	9819	F1(14)				
		1.				
9823	9823	F1(18)				
		1.				
9833	9833	F1(28)				
		1.				
9834	9834	F1(29)				
		1.				
9842	9842	F1(37)				
		1.				
9843	9843	F1(38)				
		1.				
9884	9884	TCSTOP				
		0.243				
9885	9885	H1(2)				
		0.14				
9886	9886	H1(3)				
		0.129				
9887	9887	H1(4)				
		0.129				
9891	9891	H1(8)				
		0.14				
9892	9892	H1(9)				
		0.129				
9897	9897	AREAC(2)				
		0.102				
9898	9898	AREAC(3)				
		18.13				
9901	9901	AREAC(6)				
		18.13				
9907	9907	HCON1(2)				
		151.8				
9911	9911	HCON1(6)				
		3.9998				
9916	9916	HCONS				
		26.45				
9947	9951	DISNO(1)	DISNO(2)	DISNO(3)	DISNO(4)	DISNO(5)
		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
9959	9959	S				
		0.				
9960	9960	QC				
		0.				
9961	9962	WNEW	TNEW			
		11592.	505.			
9963	9965	XLN	CVGAS	RPOOL		
		16.99	0.170	1.0		
9967	9969	PGAS0(1)	PGAS0(2)	PGAS0(3)		
		1.02933	1.02933	1.02933		
9976	9978	TGAS0(1)	TGAS0(2)	TGAS0(3)		
		14.	18.	16.		
9985	9987	CO20(1)	CO20(2)	CO20(3)		
		0.233	0.233	0.233		
9994	9996	VOL(1)	VOL(2)	VOL(3)		
		9.76	61.95	1000000.		
10069	10070	F(1,2)	F(2,2)			
		1.	1.			
10075	10075	F(7,2)				
		1.				
10237	10239	H(1)	H(2)	H(3)		
		0.14	0.14	0.129		

Table A-1 (Cont.)

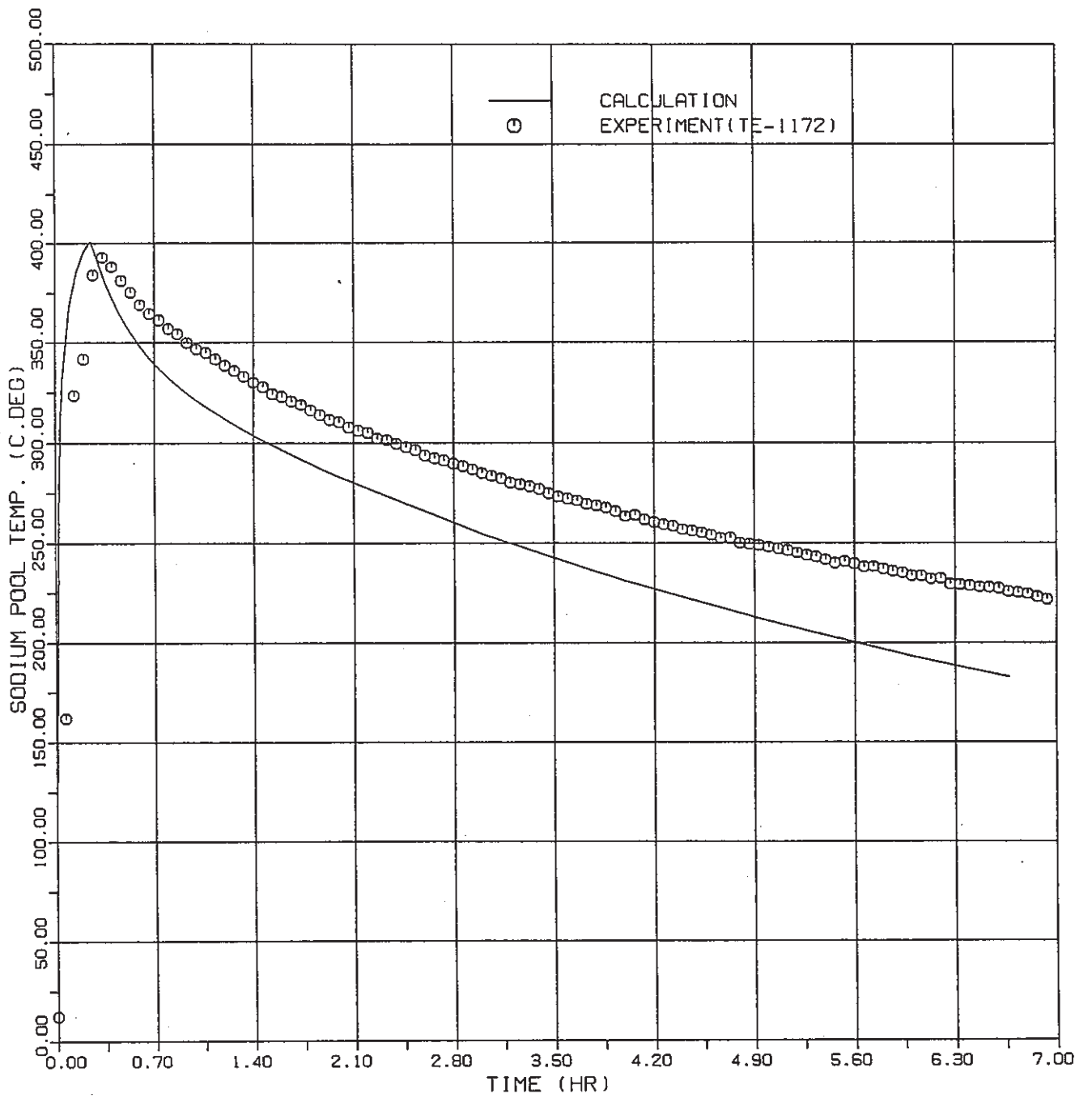
10243	10243	HWA					
		0.14					
10265	10265	AOPEN					
		0.00505					
10310	10310	DOPEN					
		0.1135					
10355	10355	XOPEN					
		0.150					
10454	10454	PD(2,3)					
		0.01018					
10499	10499	RL(2,3)					
		594.					
10537	10537	RAMN2					
		0.033					
10538	10538	RHOA					
		1.2875					
10539	10539	PATM					
		1.033					
10540	10542	TATM	CO2A	CFPA			
		16.	0.233	0.			
10543	10547	TIME0	DTIME	DTHAX	DTHIN	EMAX	
		0.	1.E-6	1.	1.E-6	5.E-4	
10548	10549	EMIN	BETA				
		2.E-6	0.75				
10550	10550	TMAX					
		6.67					
10552	10554	PGMAX	TGMAX	CO2MAX			
		2.	500.	40.			
10555	10557	TWMAX(1,1)	TWMAX(2,1)	TWMAX(3,1)			
		300.	500.	500.			
10561	10563	TWMAX(1,2)	TWMAX(2,2)	TWMAX(3,2)			
		500.	300.	300.			
10567	10571	TOUT(1)	TOUT(2)	TOUT(3)	TOUT(4)	TOUT(5)	
		0.02	0.05	0.50	1.00	2.00	
10572	10572	TOUT(6)					
		10.00					
10577	10581	DTOUT(1)	DTOUT(2)	DTOUT(3)	DTOUT(4)	DTOUT(5)	
		0.001	0.005	0.050	0.100	0.100	
10582	10582	DTOUT(6)					
		1.000					
10599	10600	VTIME3	VNTFRA				
		0.025	32.54				
1	1	2	CH20(1)	CH20(2)			
			0.020514	0.020514			
			CH20A	S*POOL	S*NAIN	I*HEAT	T2PINT
			0.020514	0.0	0.0	1	0.0
			BOUNDARY CONDITION - 1				
			0 0				
			BOUNDARY CONDITION - 2				
			0				
			NA202 RATIO TABLE				
			2				
			O2 CONCENTRATION				
			0.1127	0.113			
			NA202 PRODUCTION RATIO				
			0.0	0.4			

Table A-2 Input Data of ASSCOPS (SPRAY Part)
for Analysis of Run-D2 (Lower Cell)

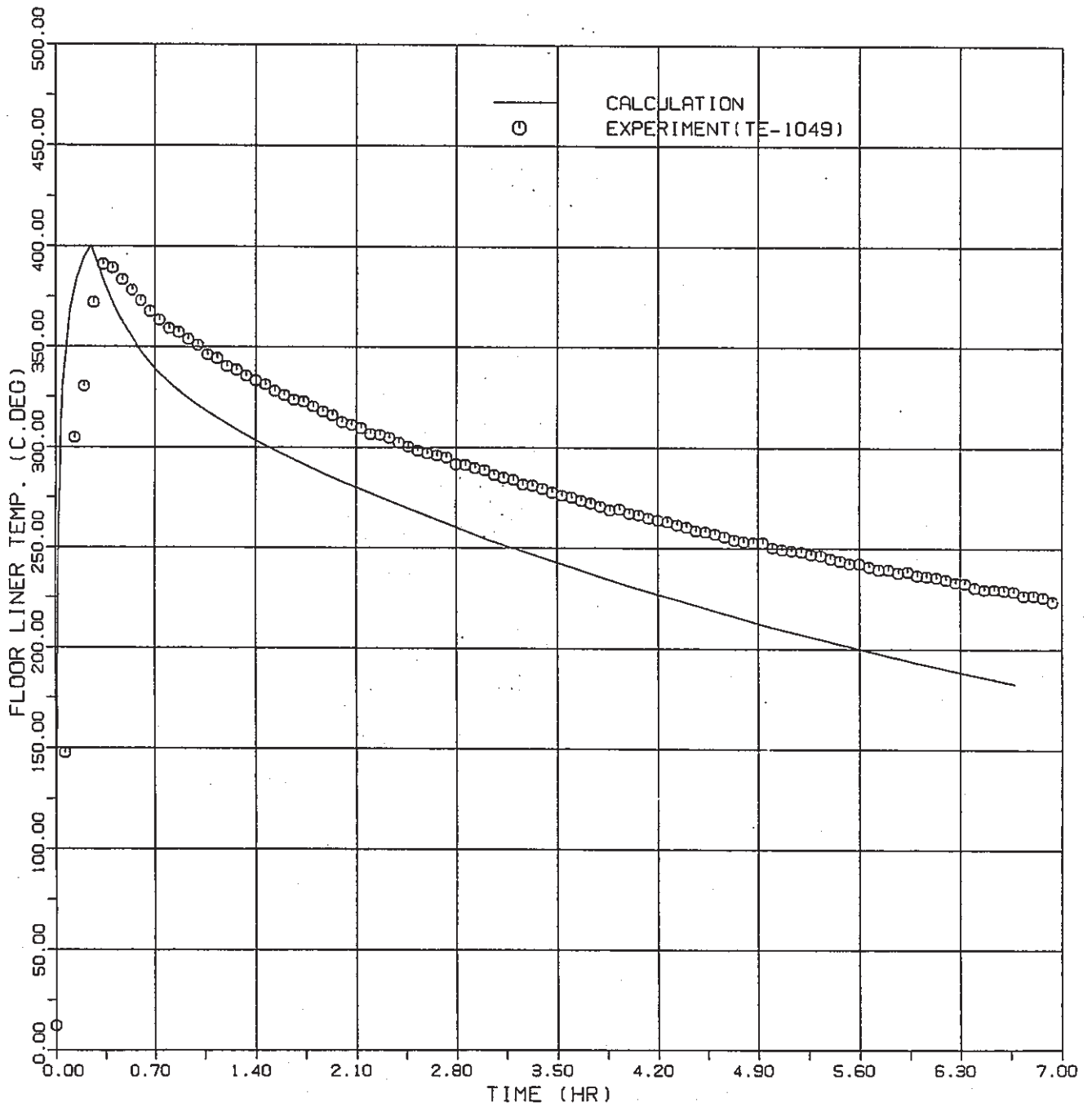
Q	0	0	1	1	0	4	1	
SOLFA	RUN-D2	POST-CALCULATION	(ASSCOPS-SP)	CASE =	LWSP			
0.4572					505.0			1.388
3.22	0.0	0.0	2.	0.3491				2.368
3.914	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.64	0.0
5	500	1000	0	0	0	0	0	
0.0	0.0	0.0						
0.0								
0.0								
0.0								
0.0								
0	0	2						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.005	46.0	17.0	0.0	7830.0	0.11	0.11	0.0	
0.005	46.0	17.0	0.0	7830.0	0.11	0.11	0.0	
0.0	0.1127	0.113	1.0					
0.0	0.0	0.4	0.4					
0.0	0.1	0.1E-05	300.0	300.0	0.0	0.0		

Appendix 2

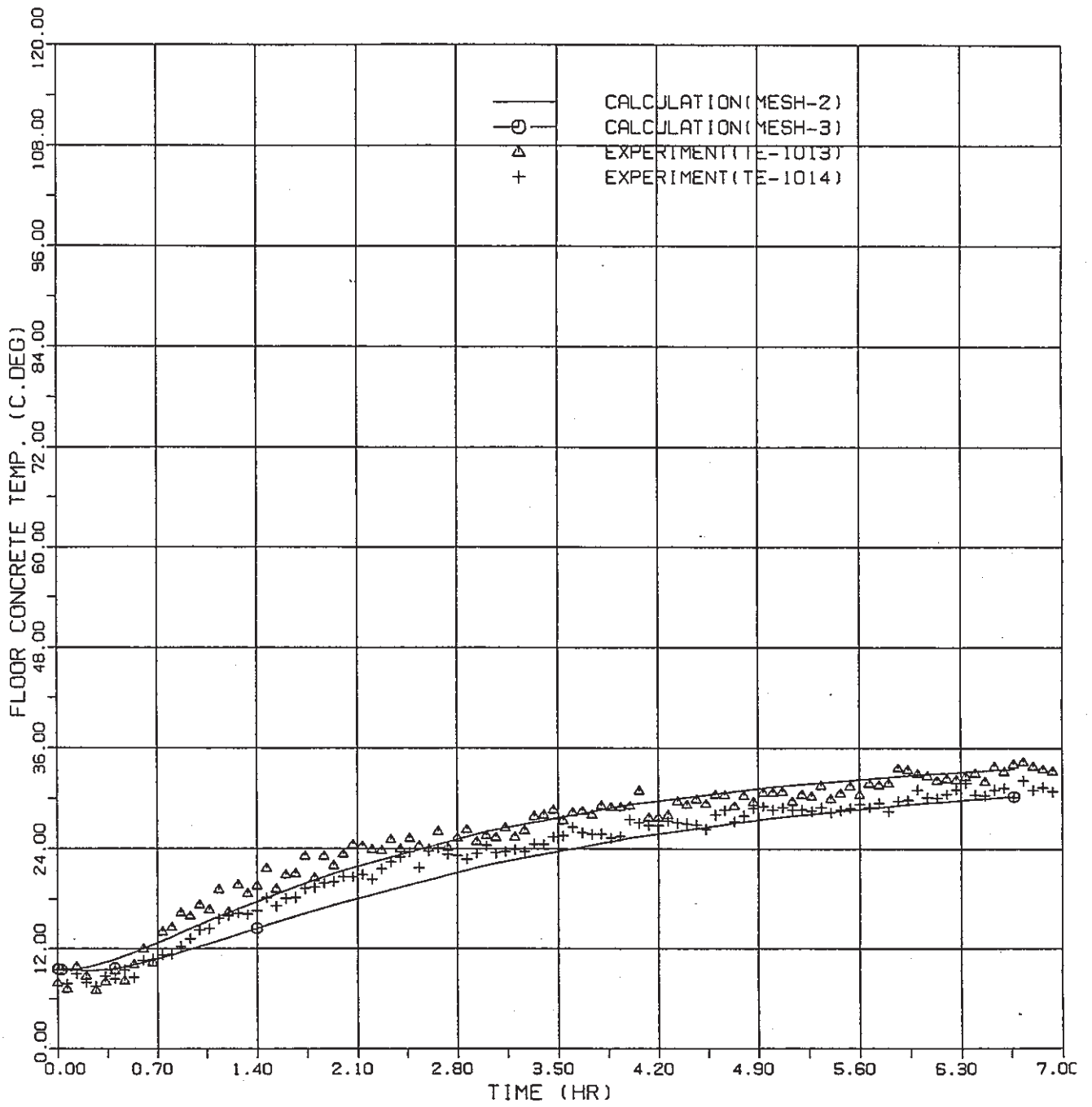
試験結果と解析結果の比較（ケース1）



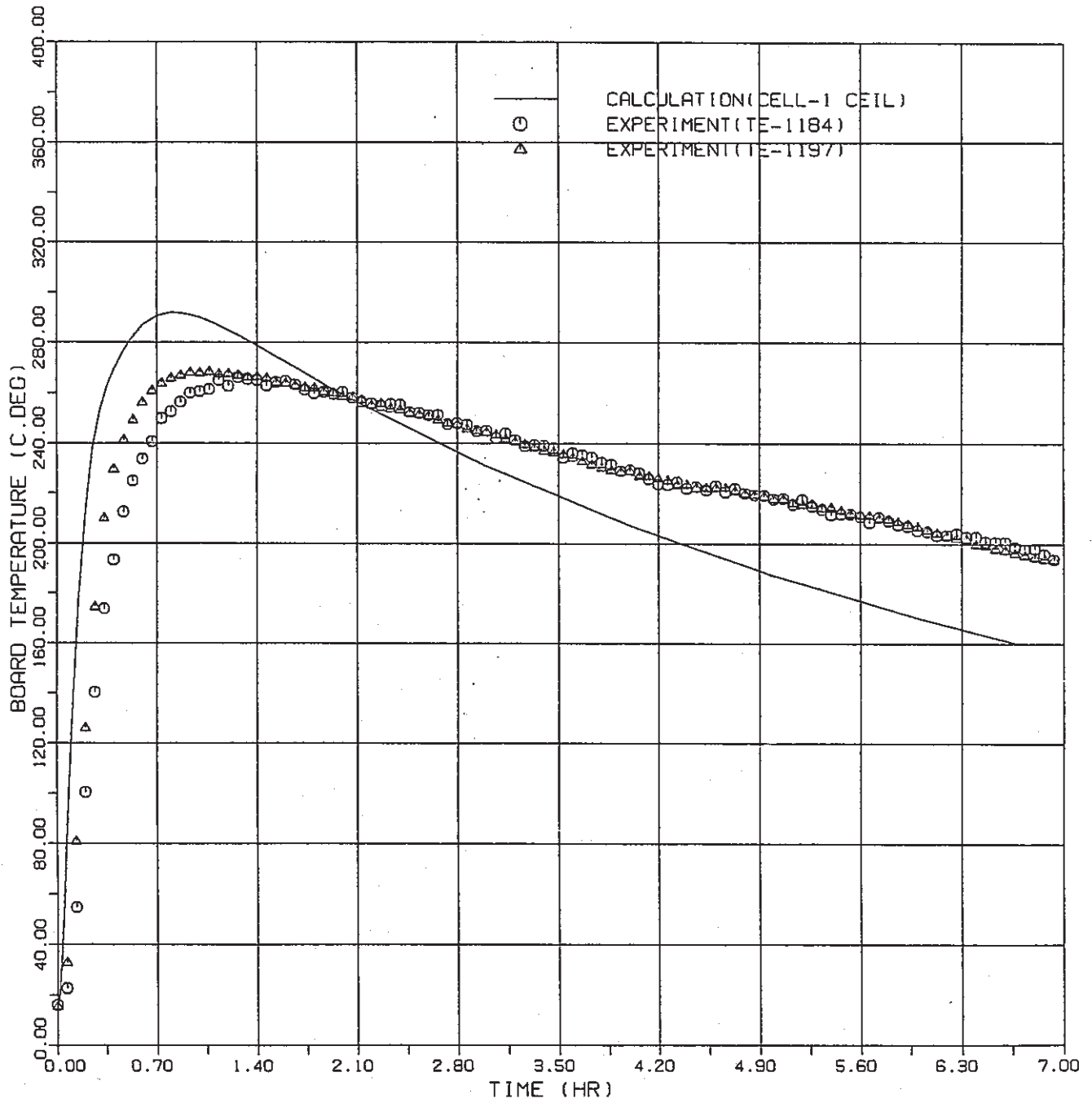
SODIUM POOL TEMPERATURE



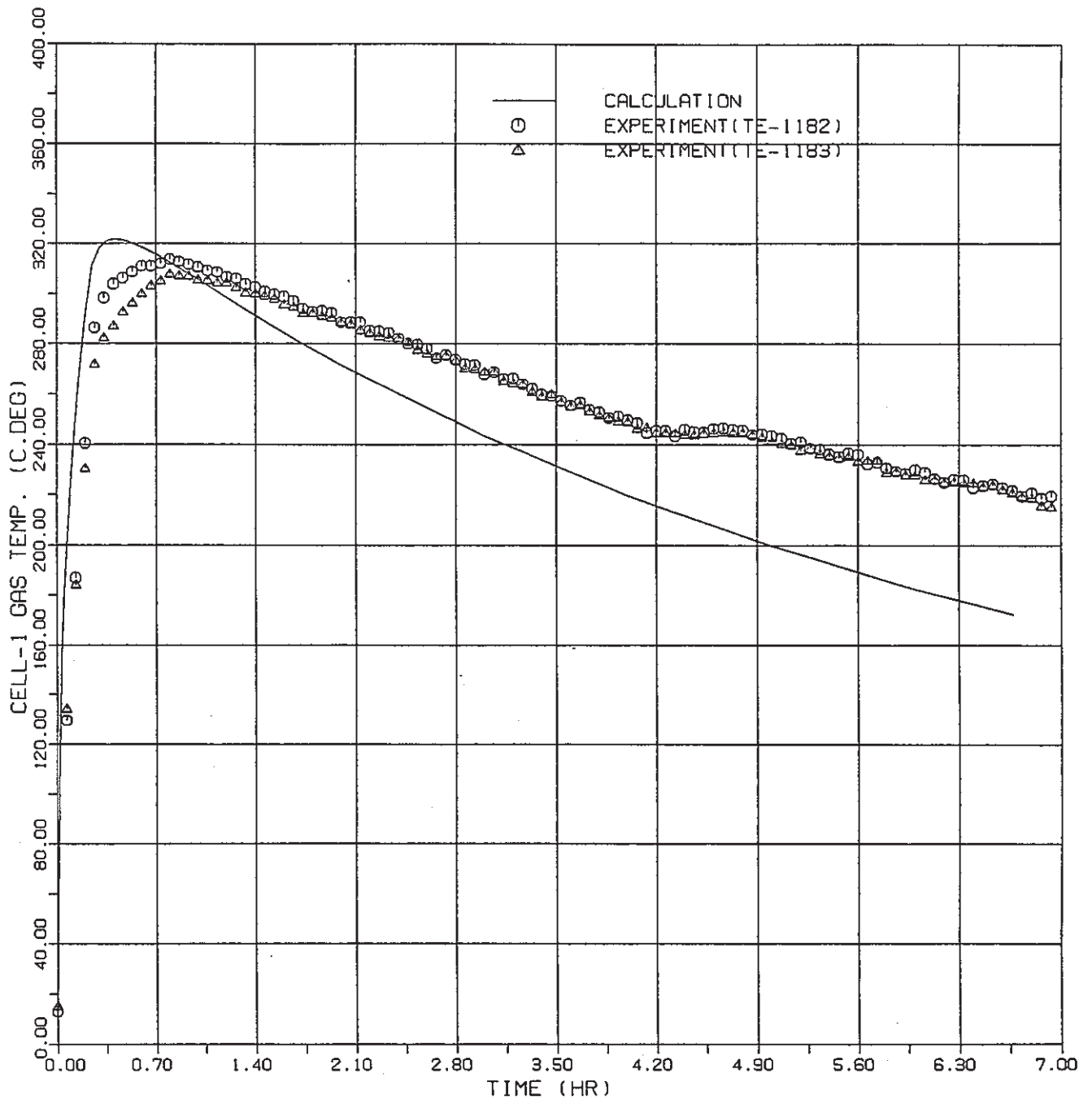
FLOOR LINER TEMPERATURE



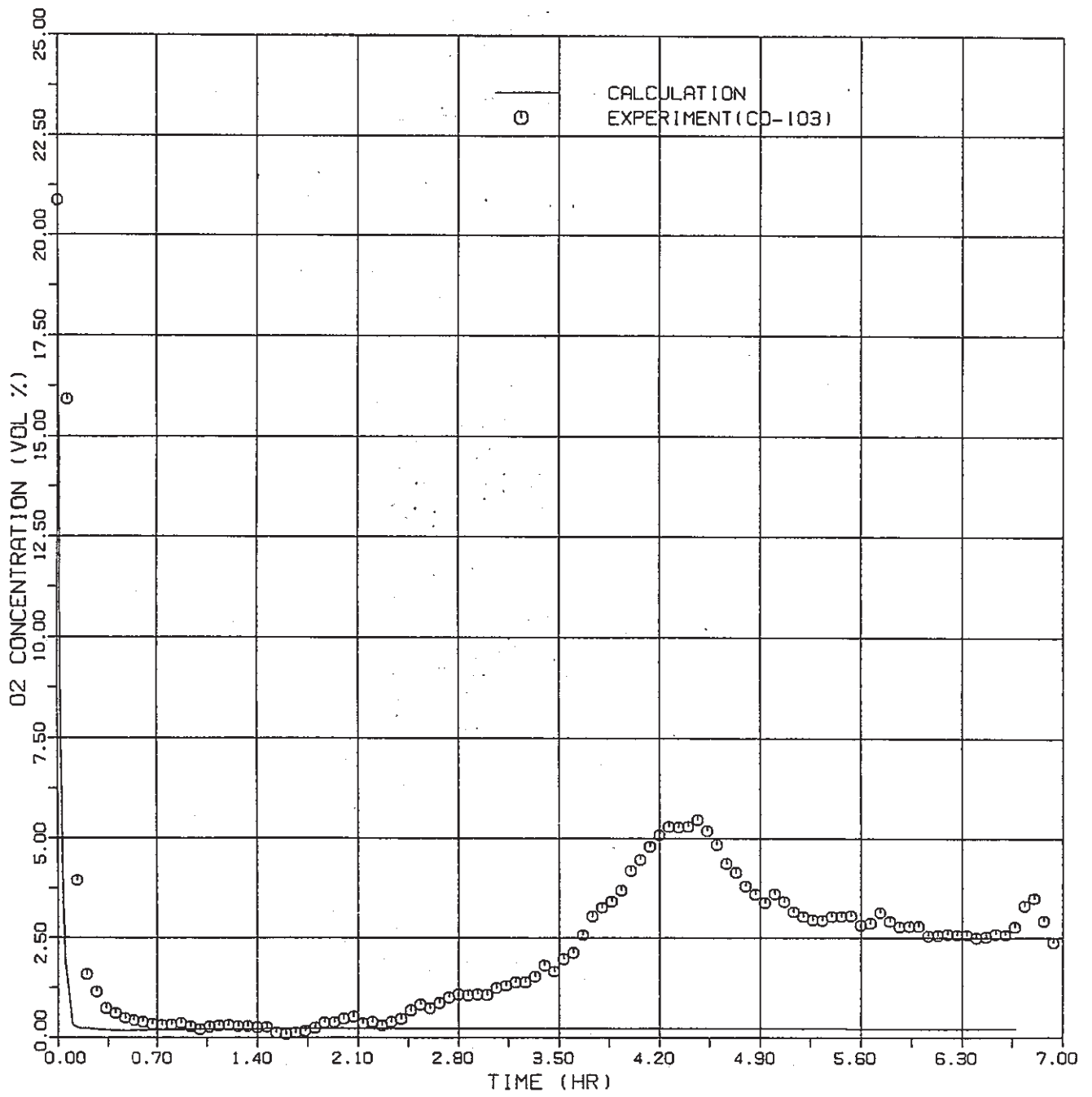
FLOOR CONCRETE TEMPERATURE



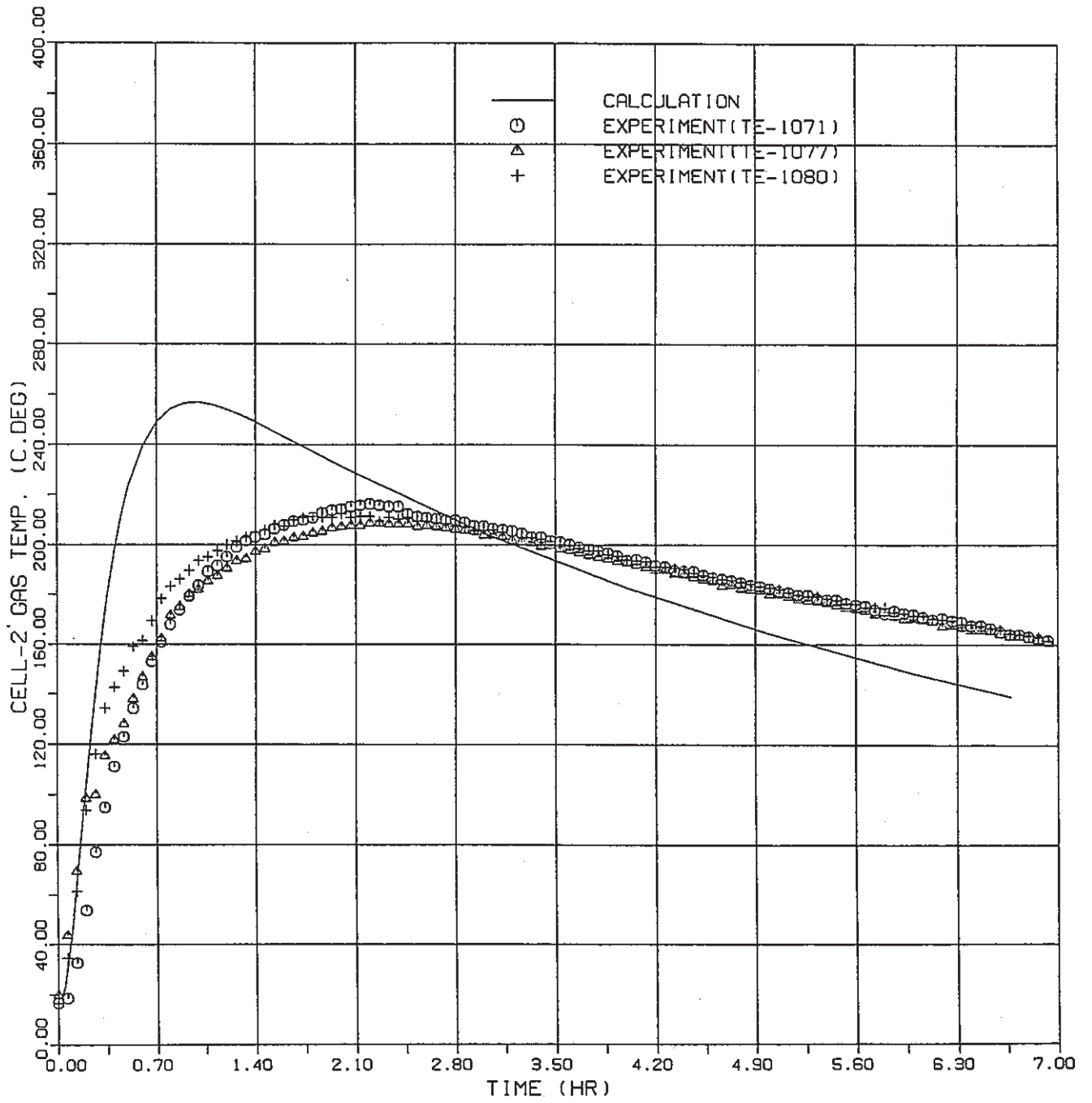
FIRE SUPPRESSION BOARD TEMPERATURE



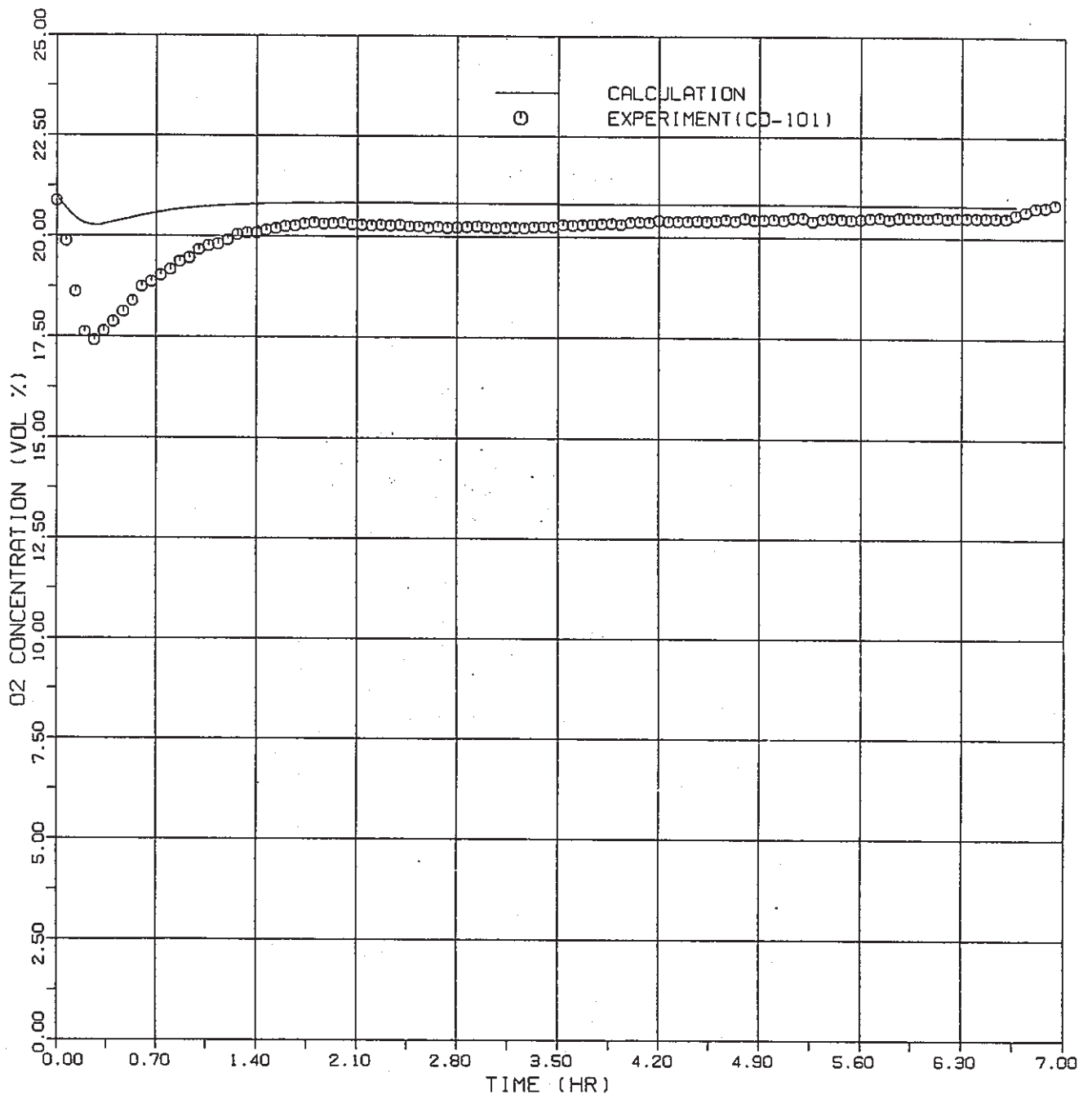
CELL-1 GAS TEMPERATURE



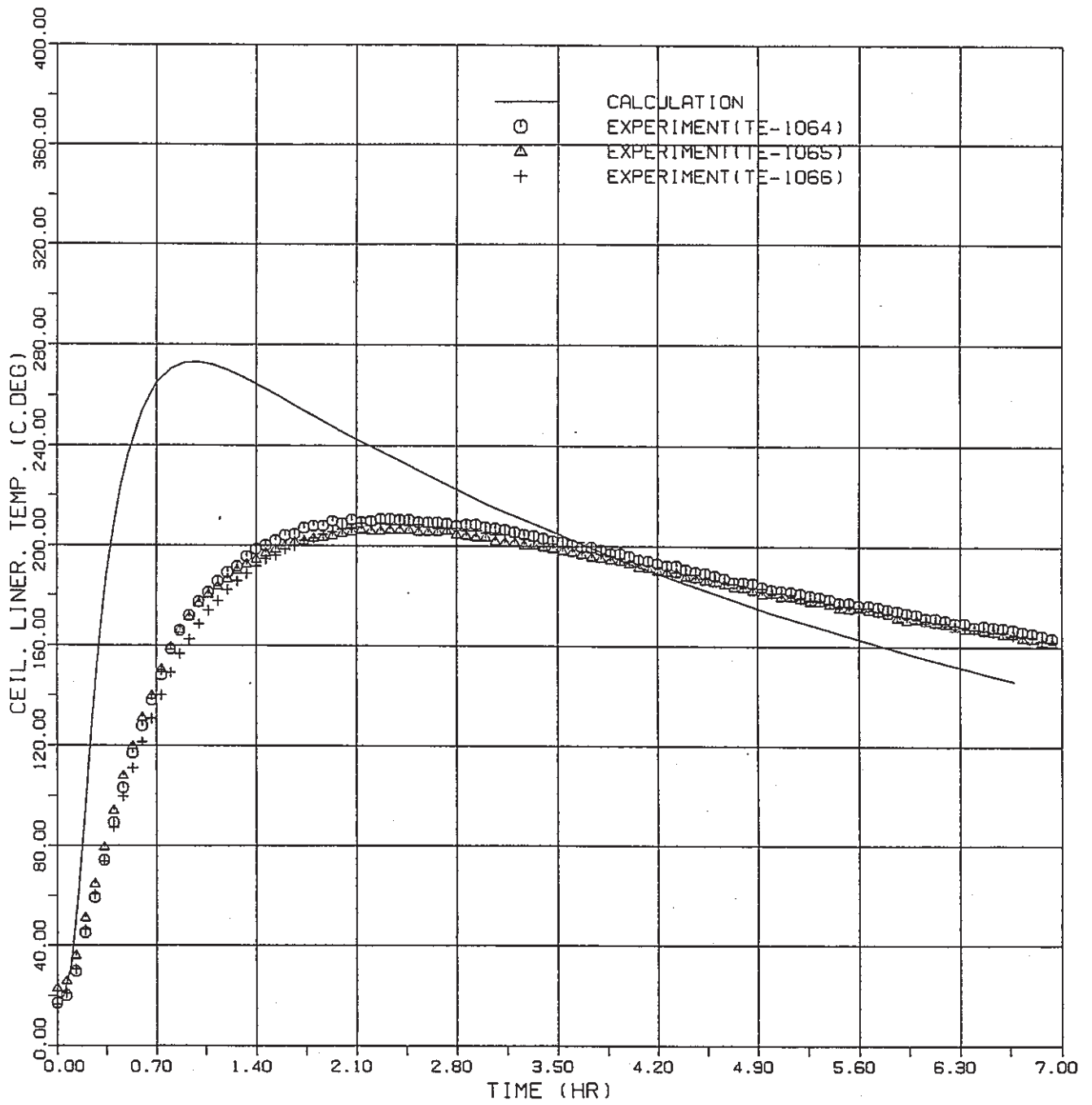
CELL-1 OXYGEN CONCENTRATION



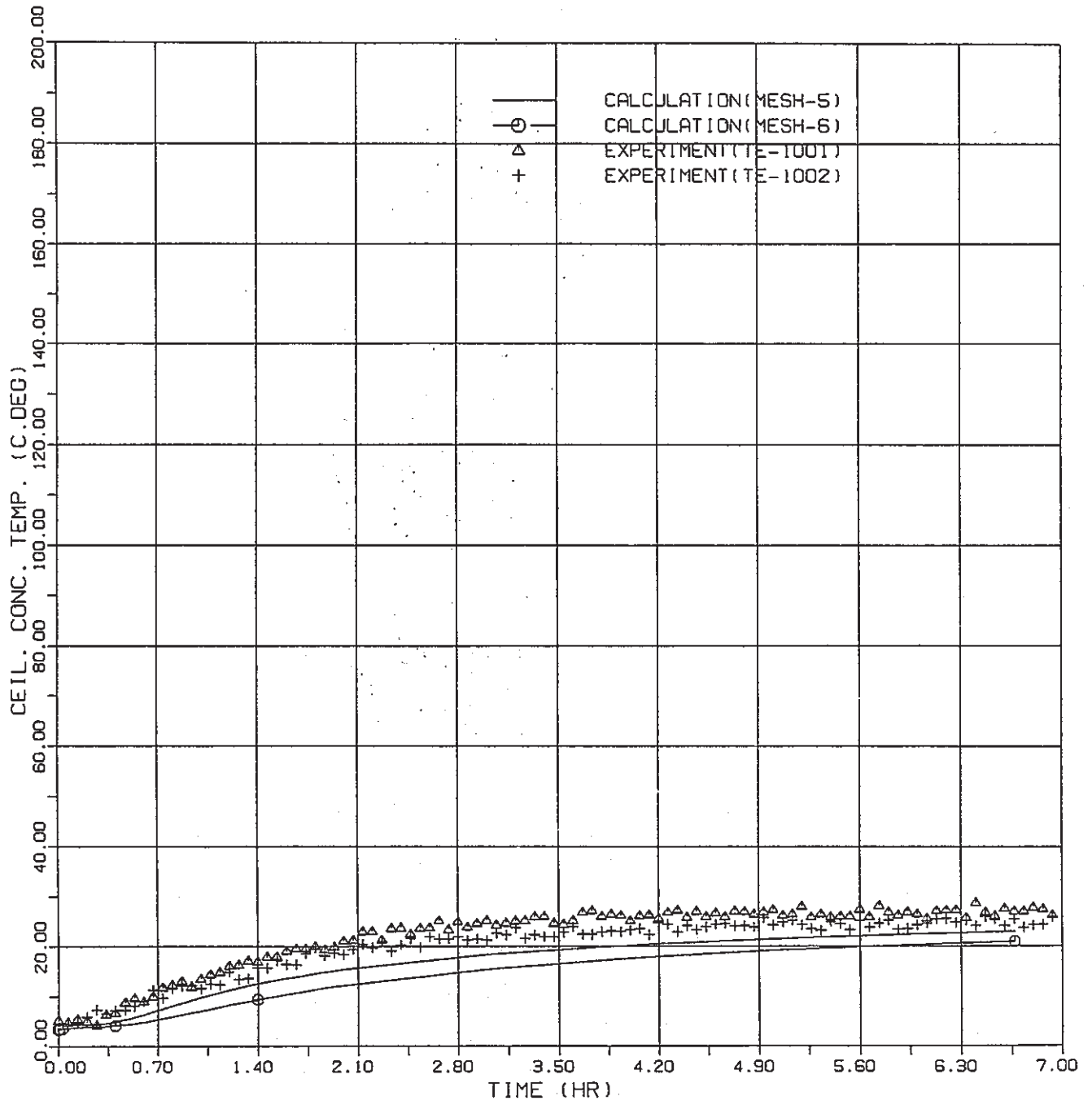
CELL-2 GAS TEMPERATURE



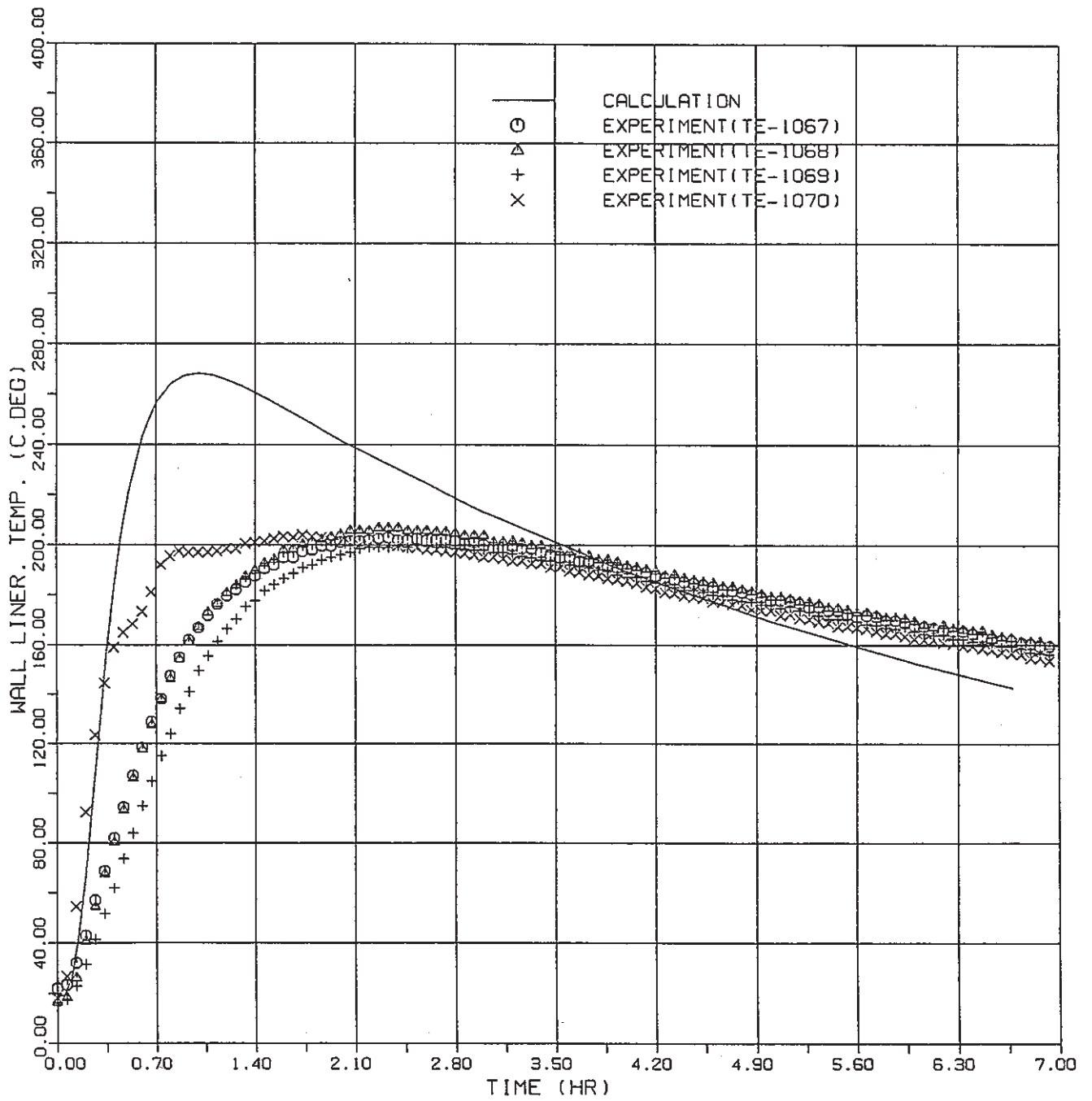
CELL-2 OXYGEN CONCENTRATION



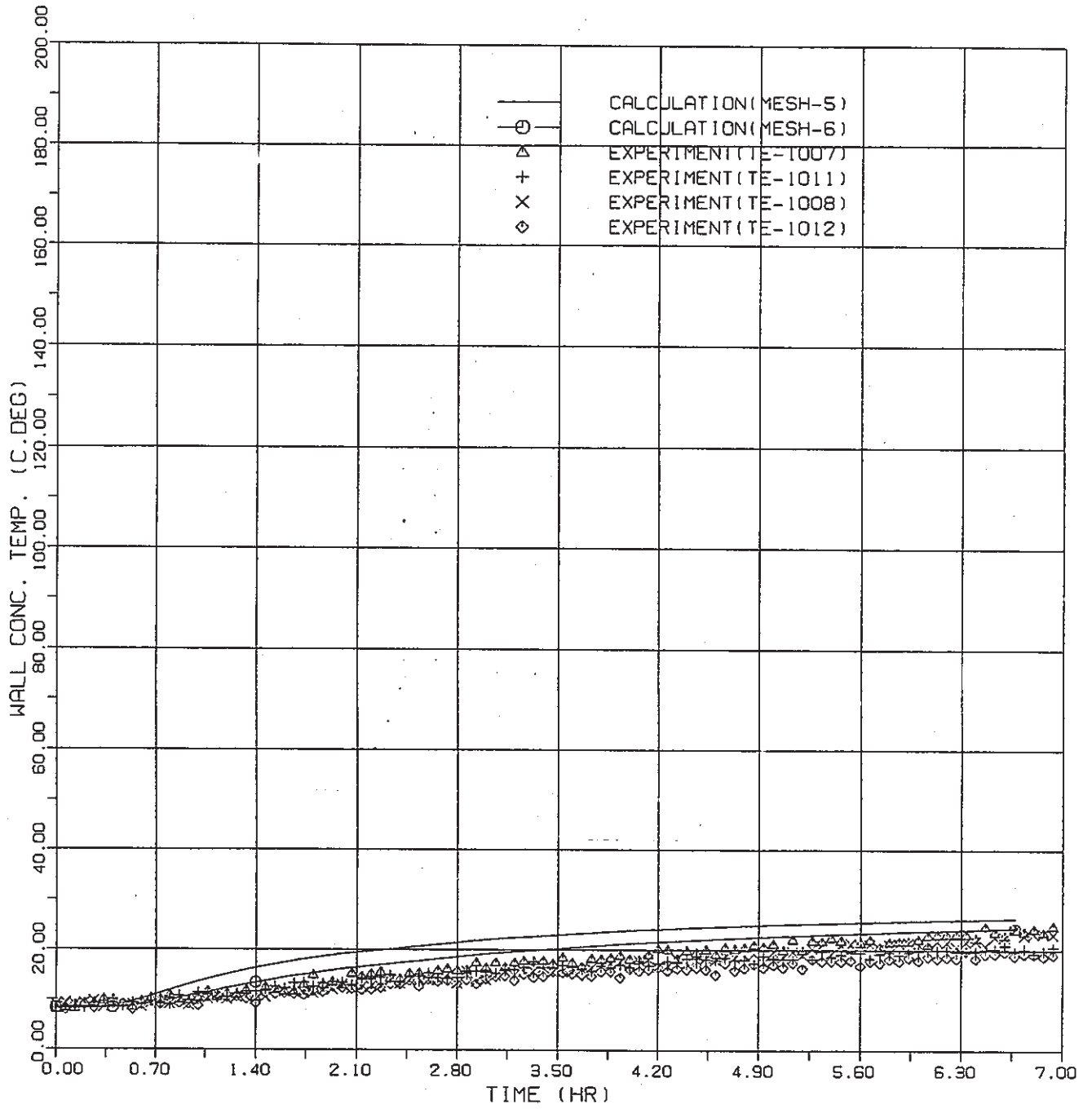
CEILING LINER TEMPERATURE



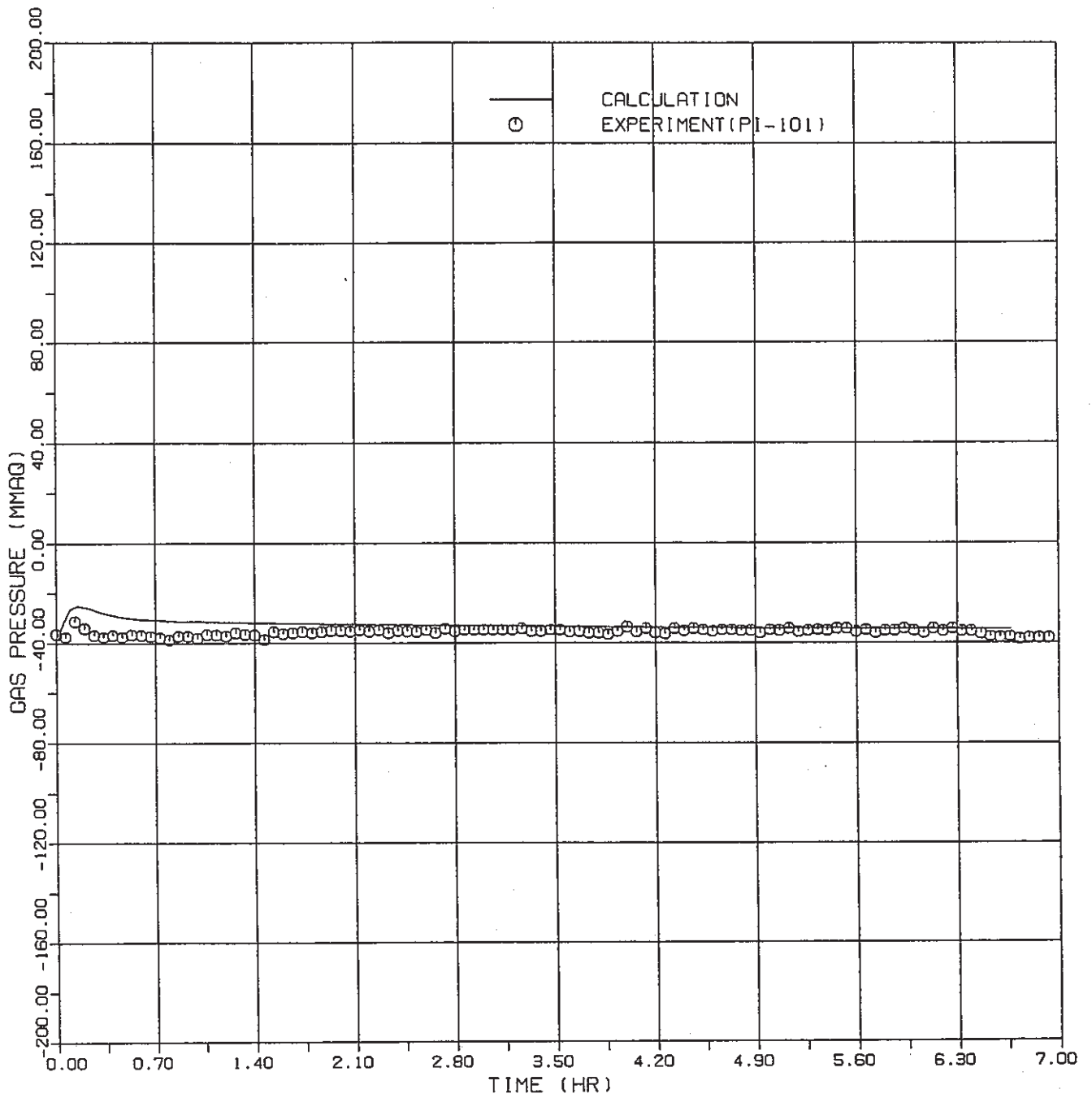
CEILING CONCRETE TEMPERATURE



WALL LINER TEMPERATURE

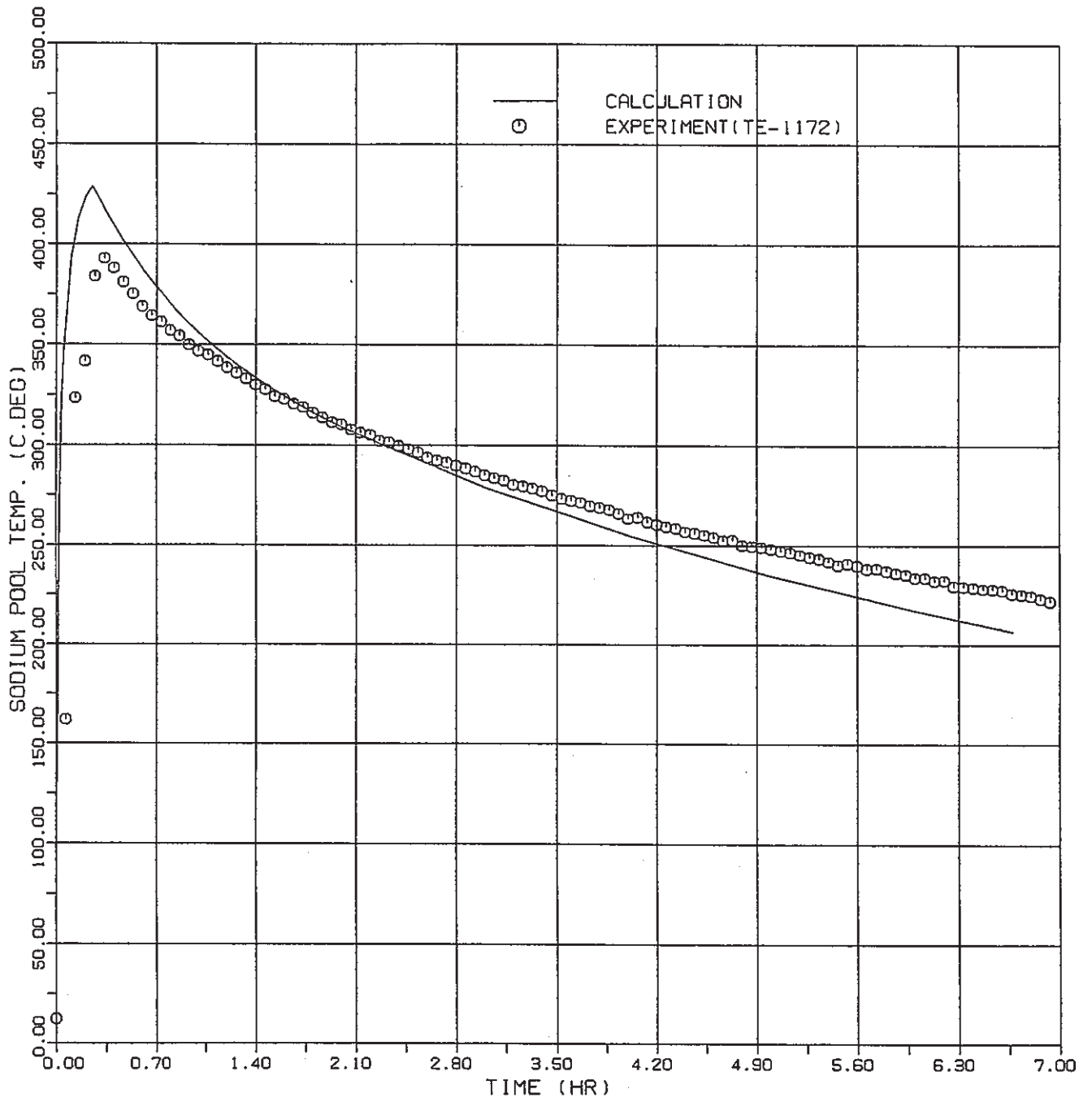


WALL CONCRETE TEMPERATURE

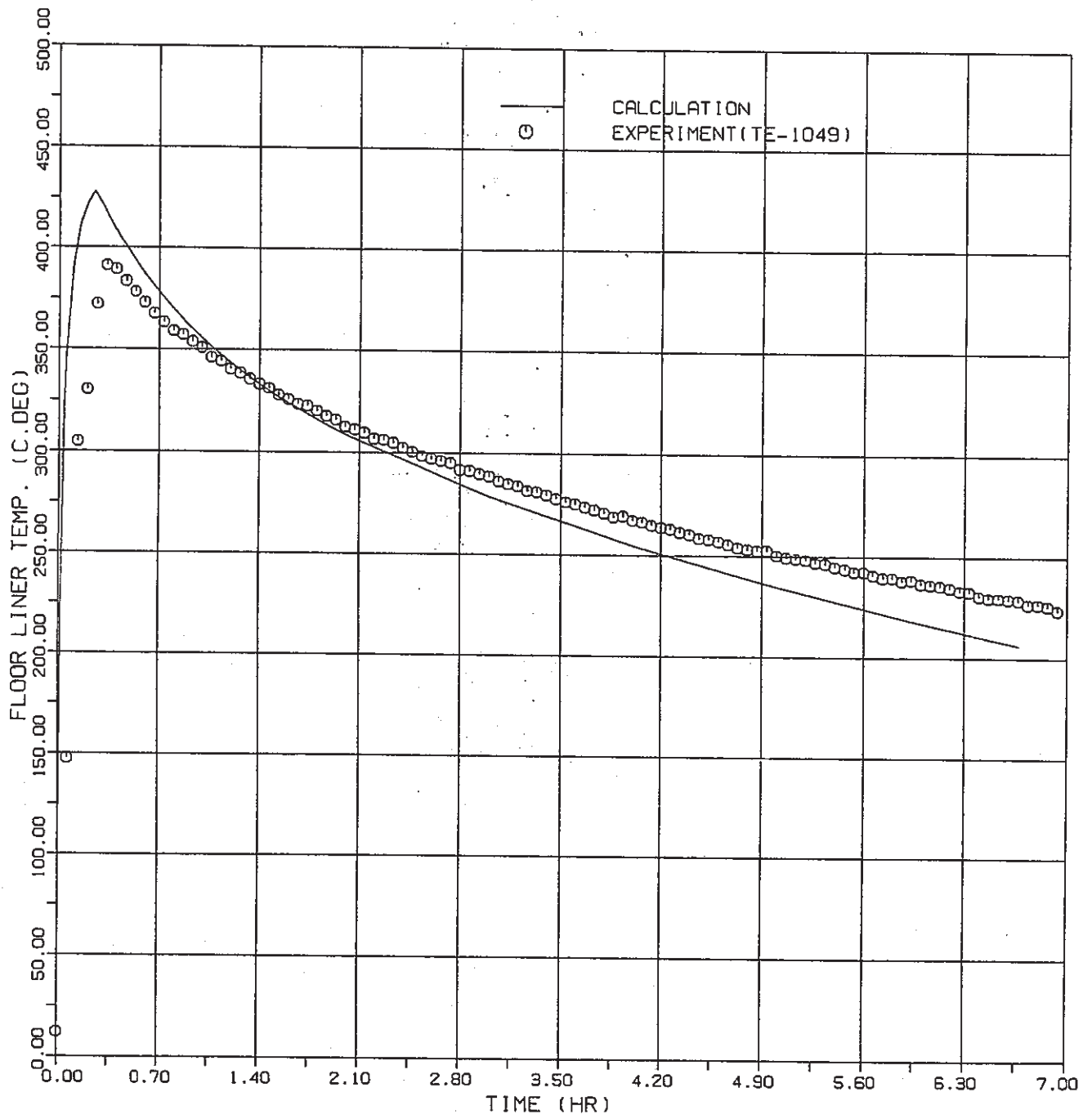


CELL-2 GAS PRESSURE

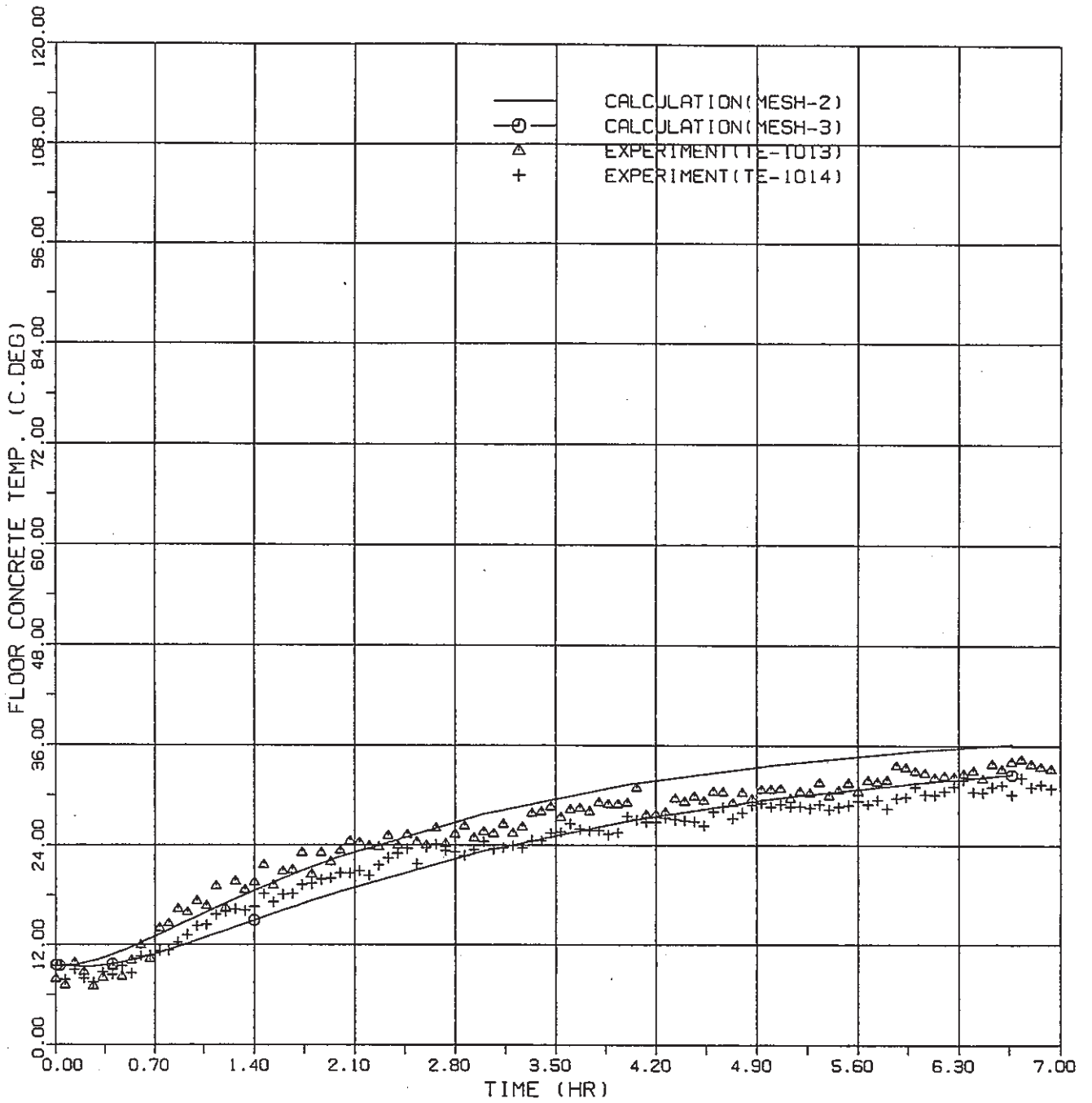
Appendix 3
試験結果と解析結果の比較（ケース2）



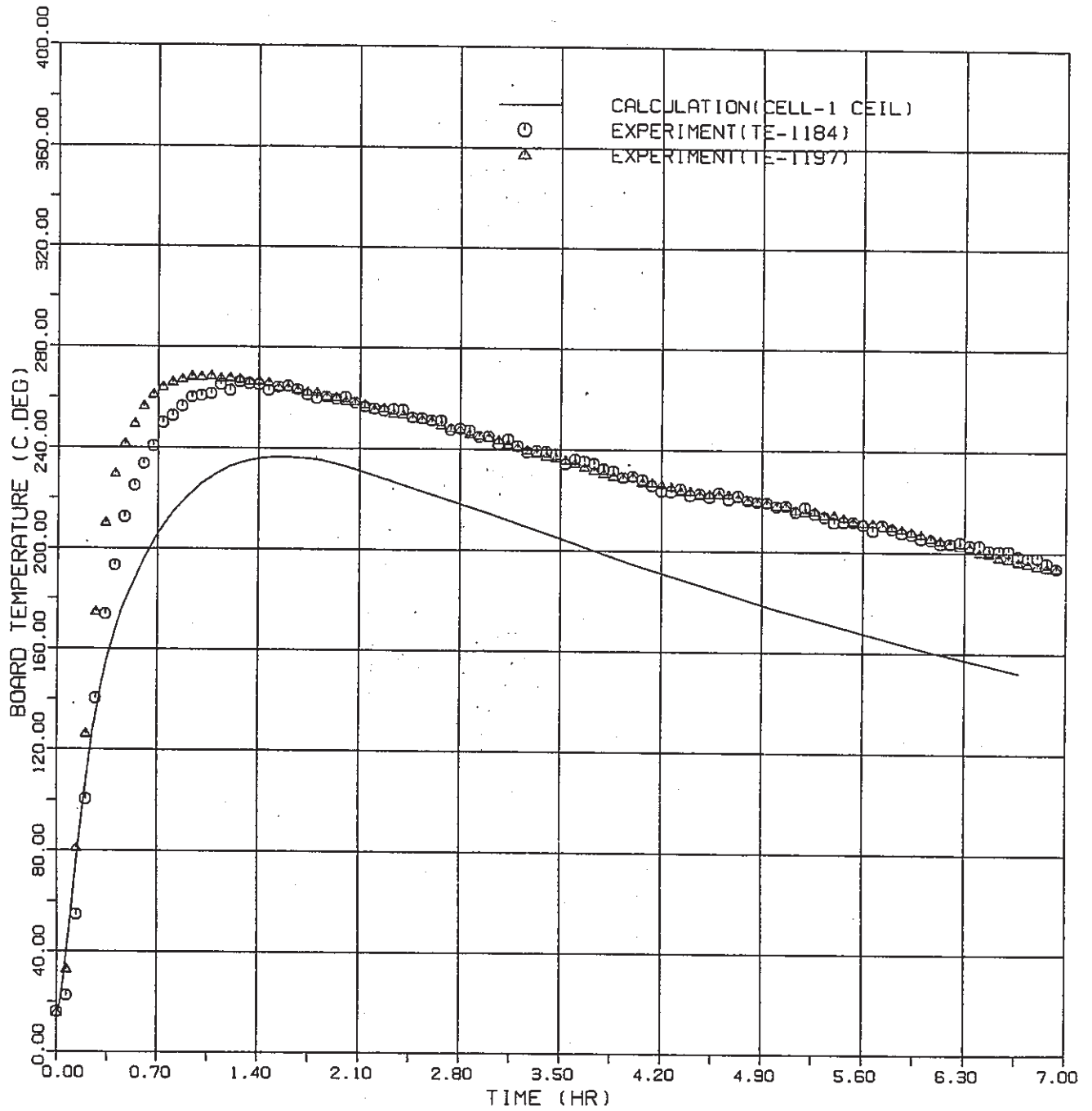
SODIUM POOL TEMPERATURE



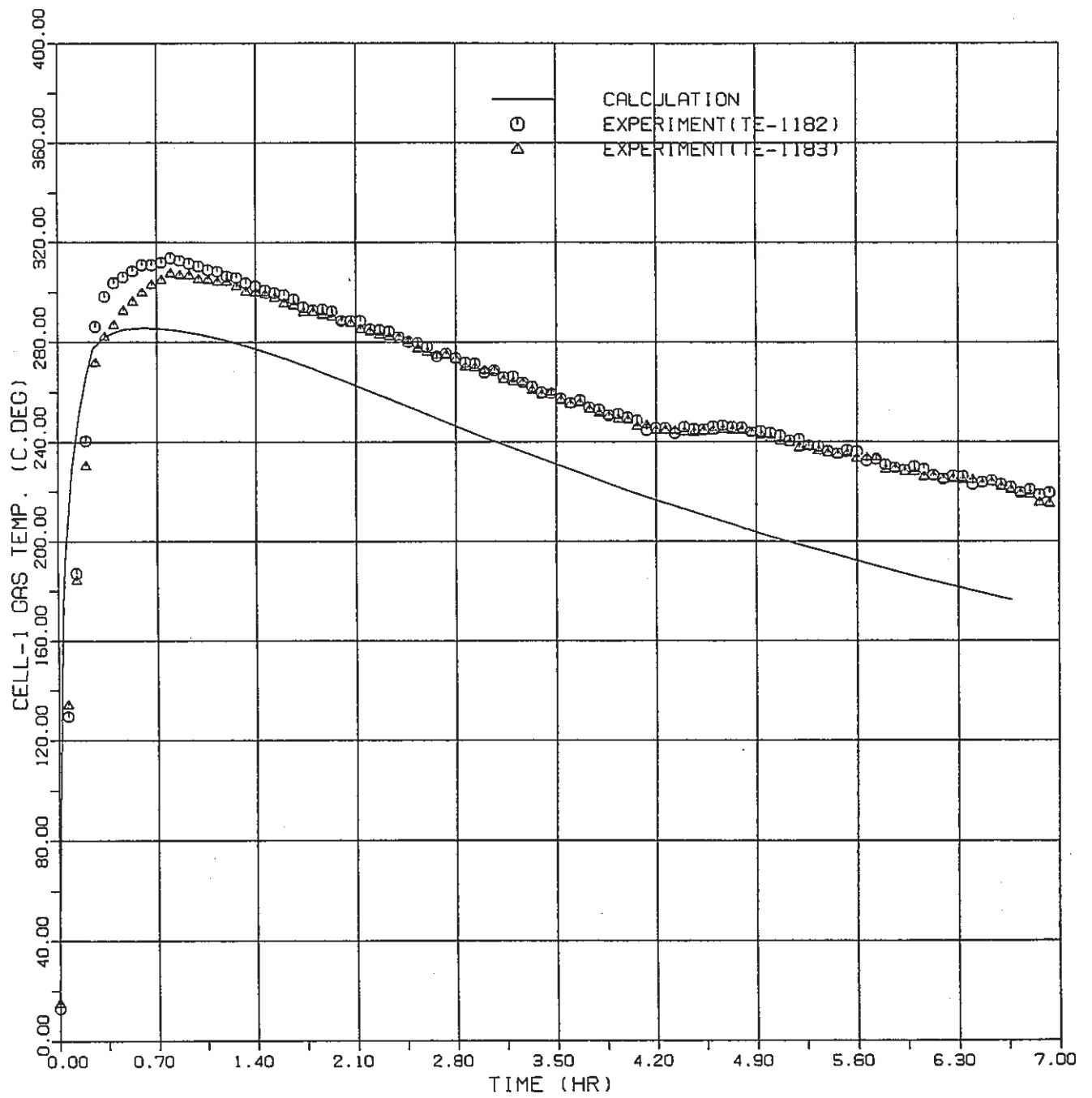
FLOOR LINER TEMPERATURE



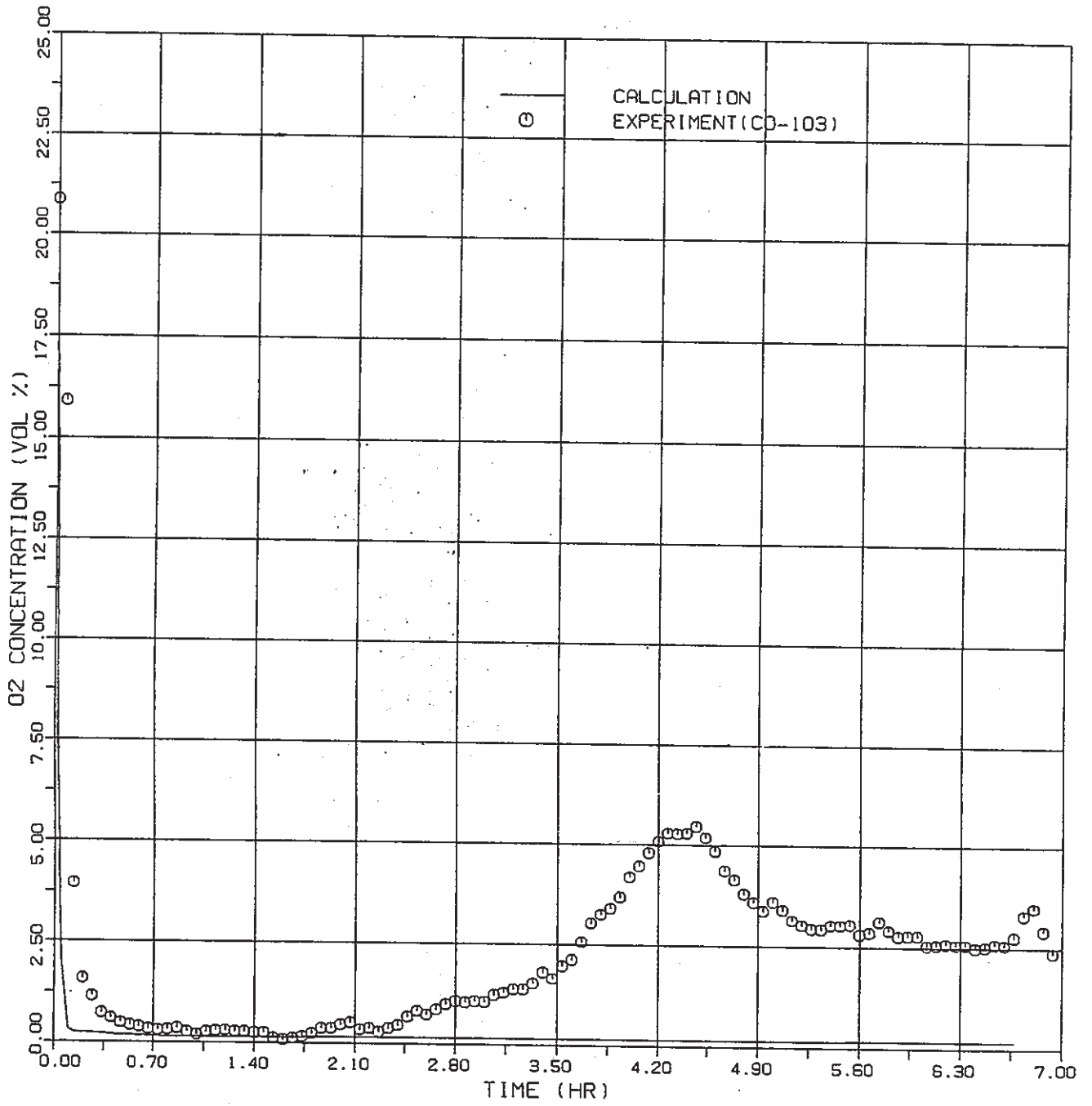
FLOOR CONCRETE TEMPERATURE



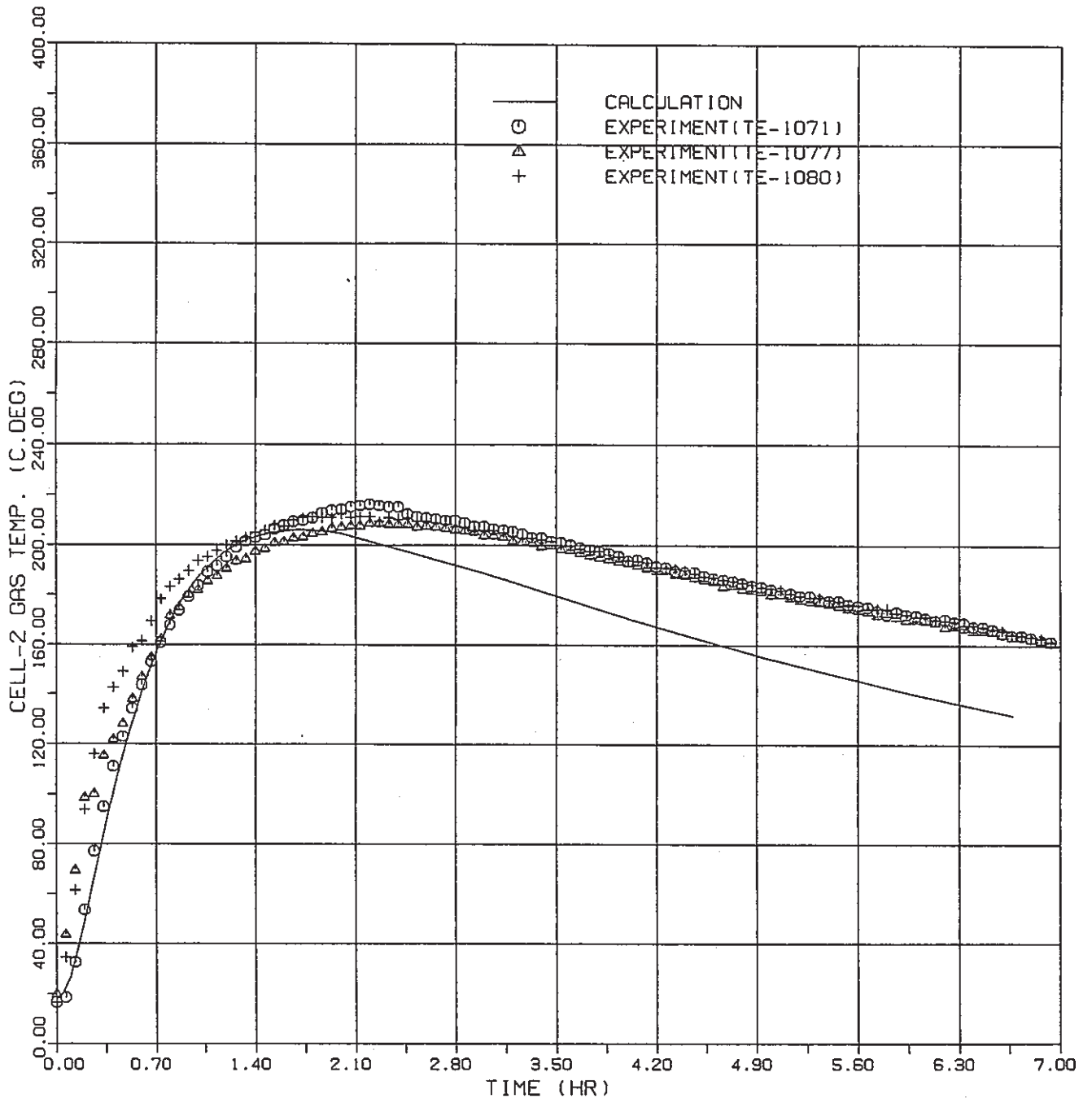
FIRE SUPPRESSION BOARD TEMPERATURE



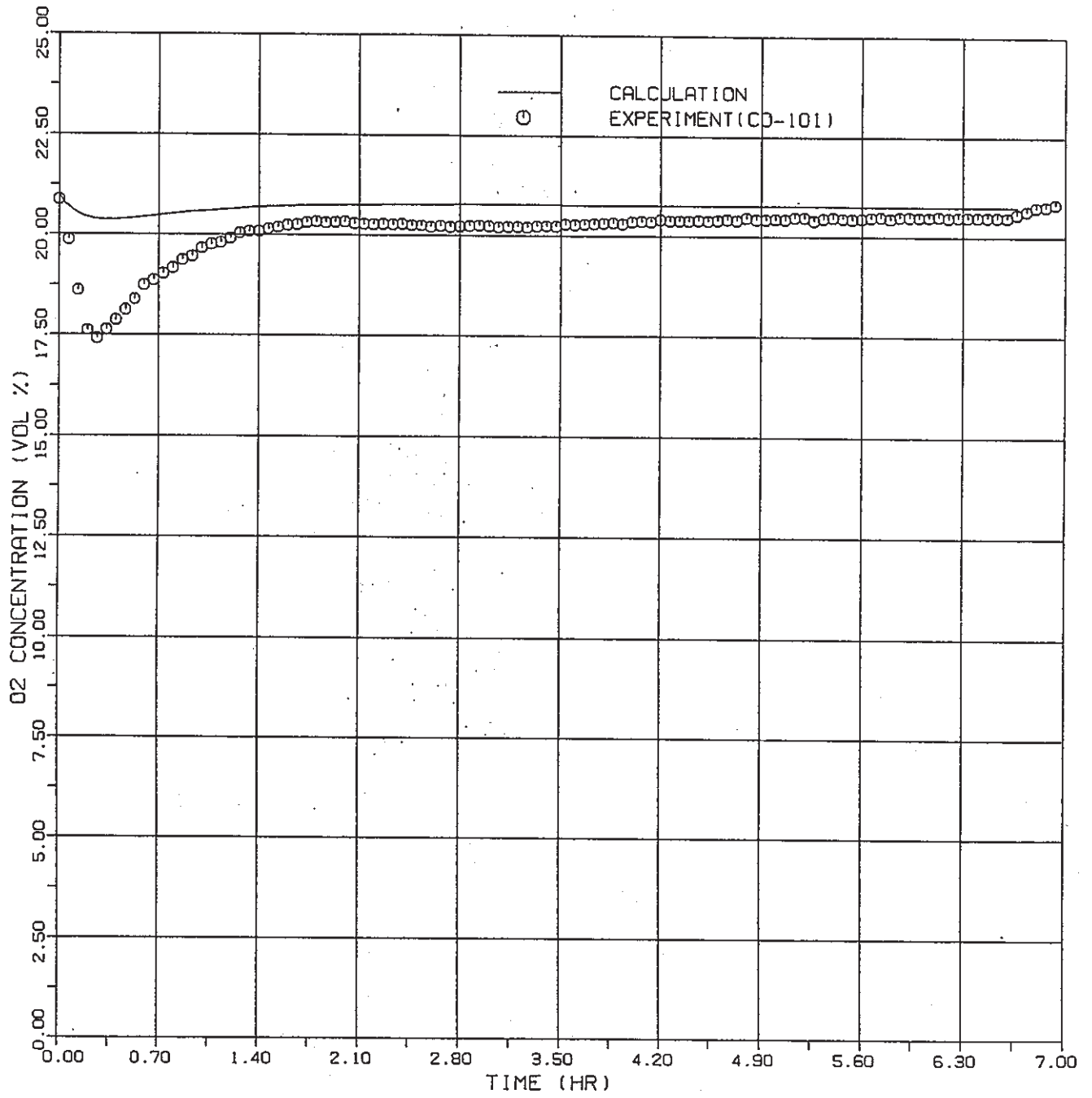
CELL-1 GAS TEMPERATURE



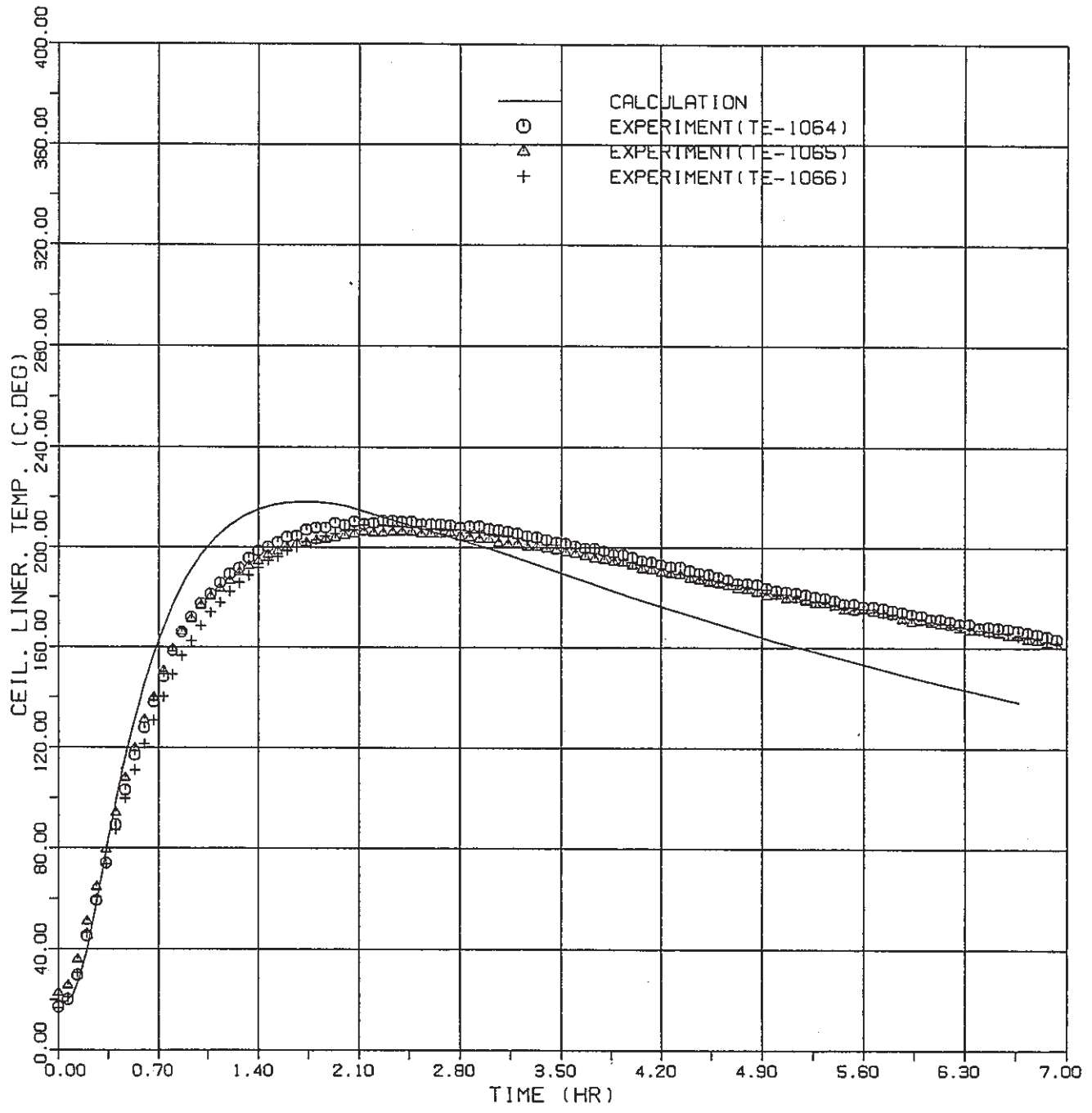
CELL-1 OXYGEN CONCENTRATION



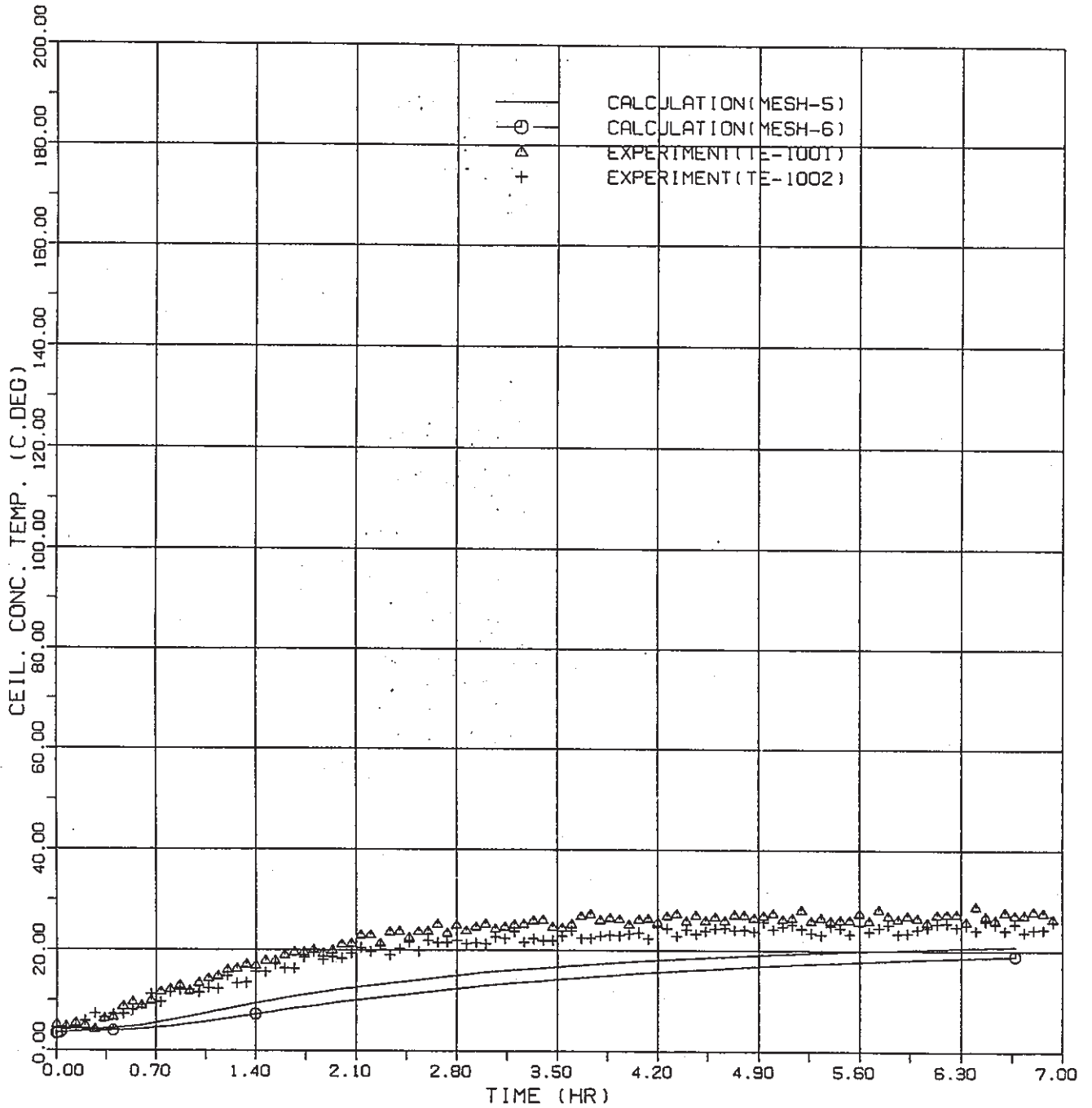
CELL-2 GAS TEMPERATURE



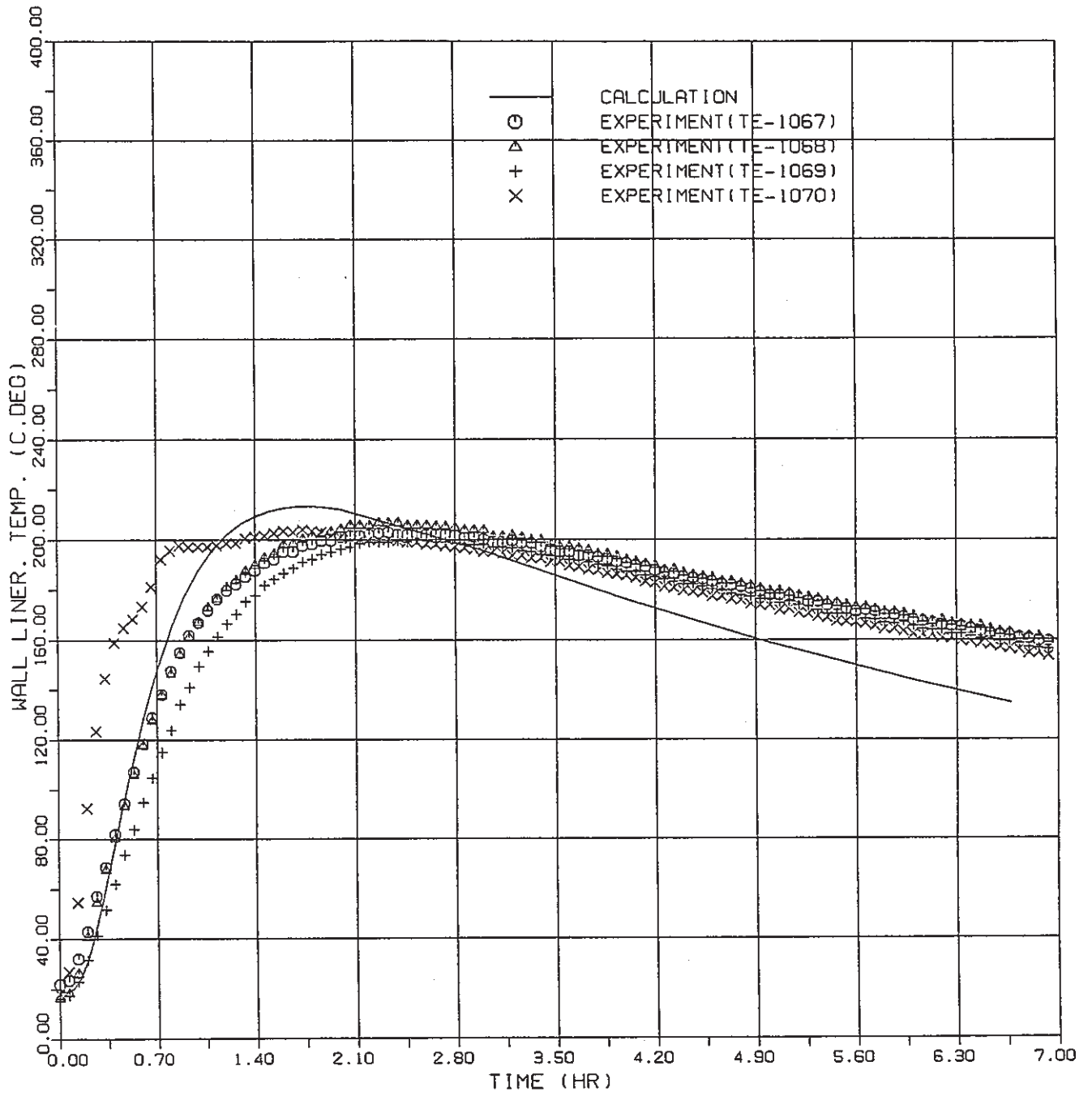
CELL-2 OXYGEN CONCENTRATION



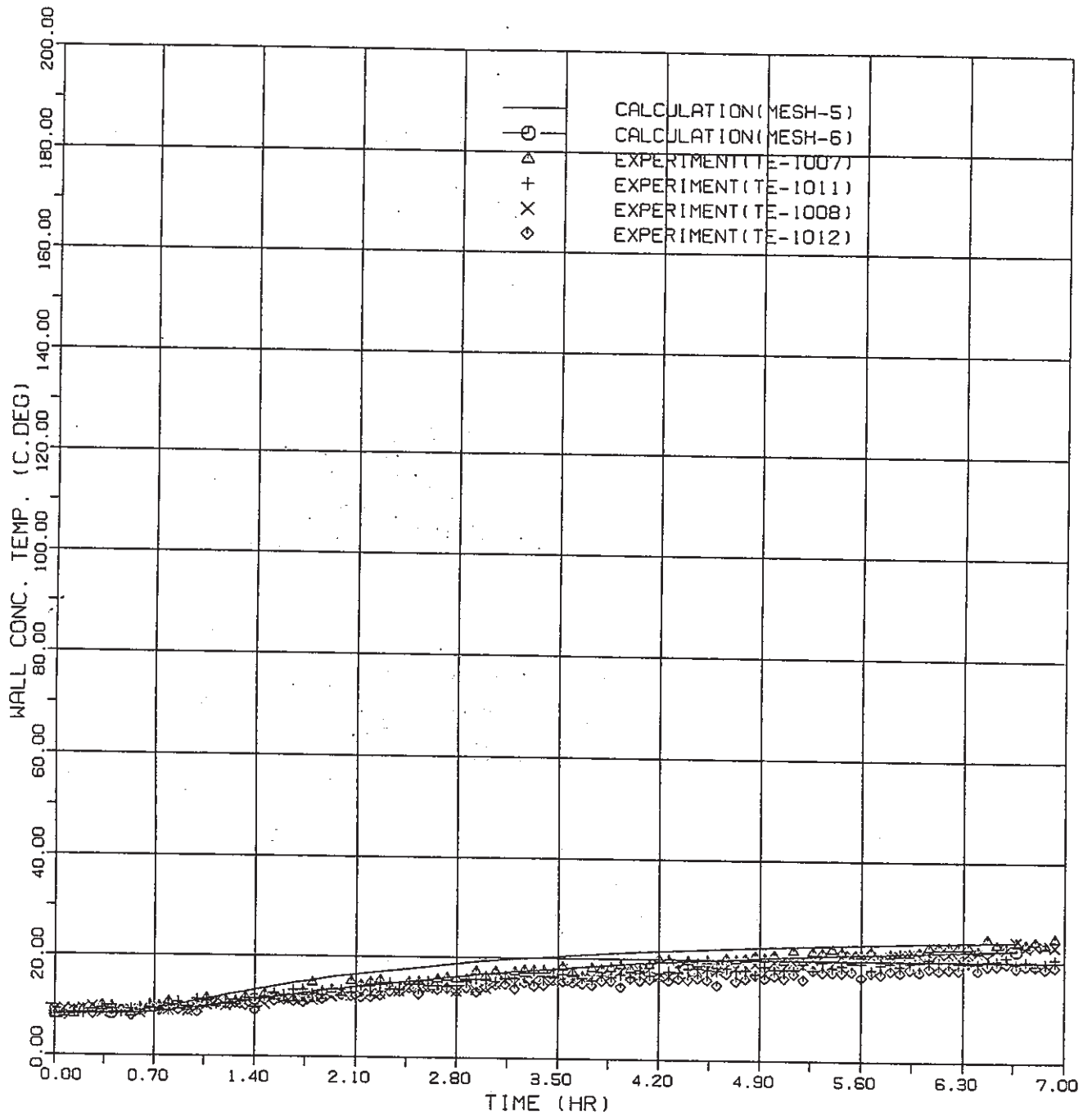
CEILING LINER TEMPERATURE



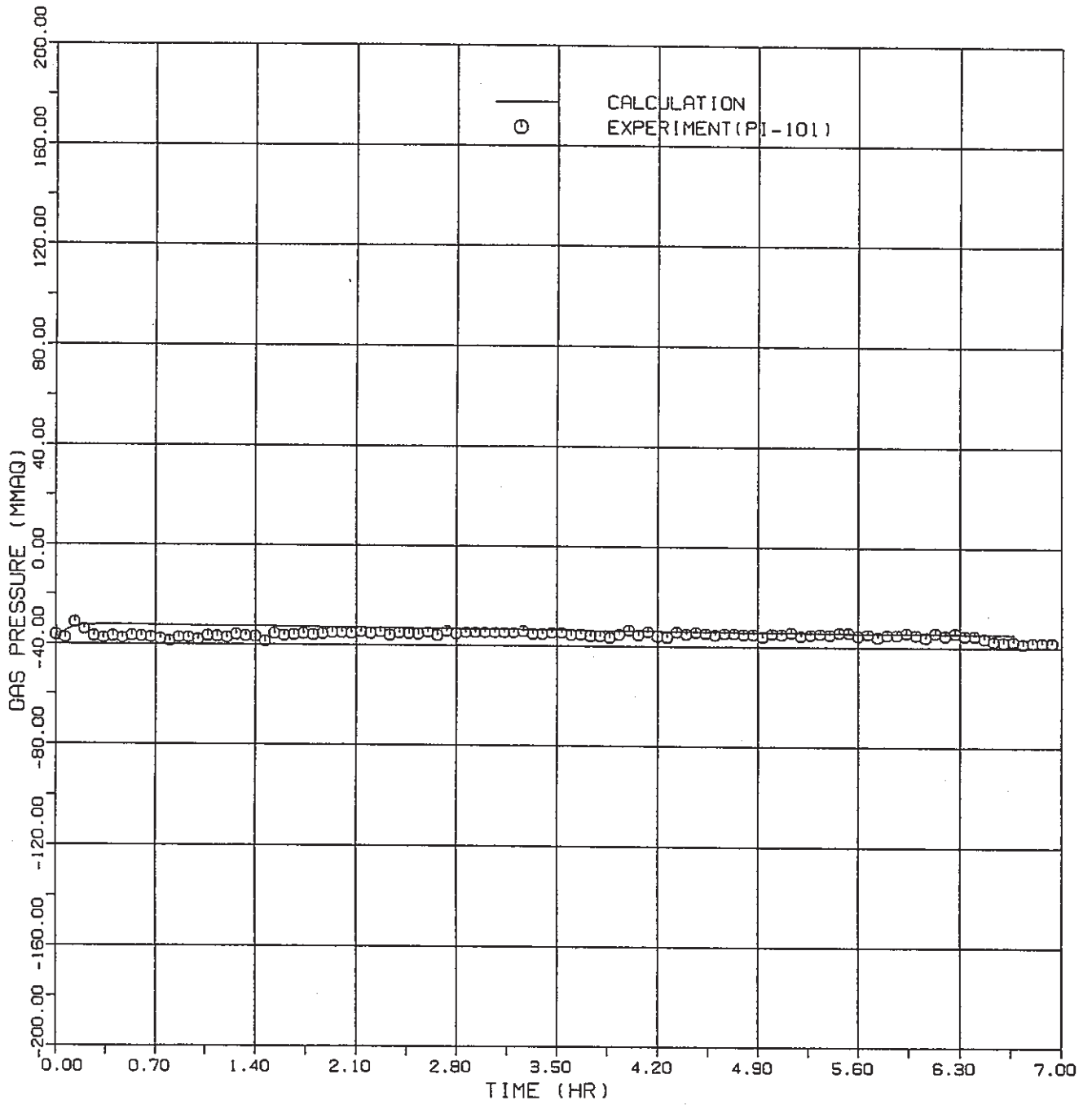
CEILING CONCRETE TEMPERATURE



WALL LINER TEMPERATURE



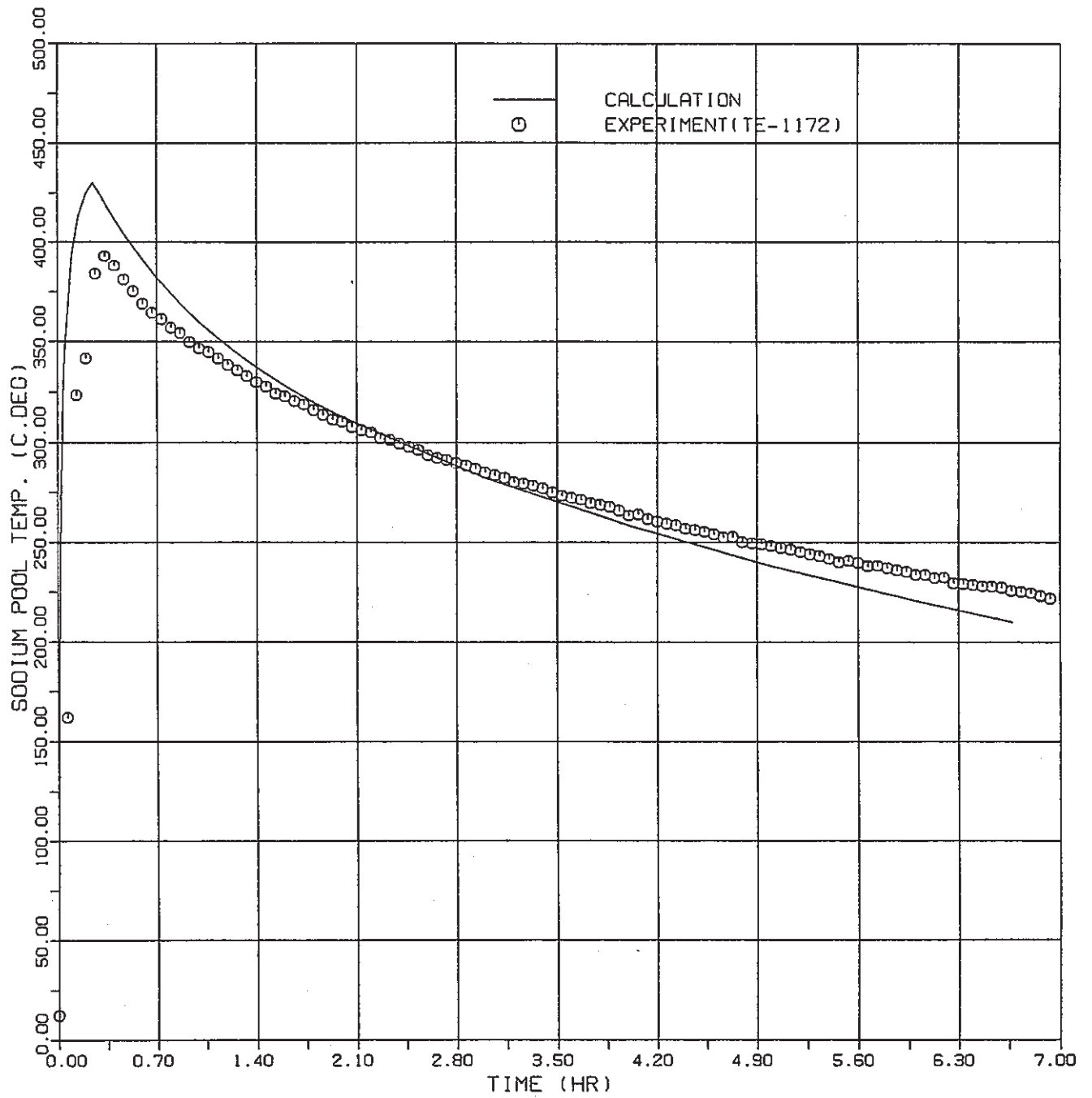
WALL CONCRETE TEMPERATURE



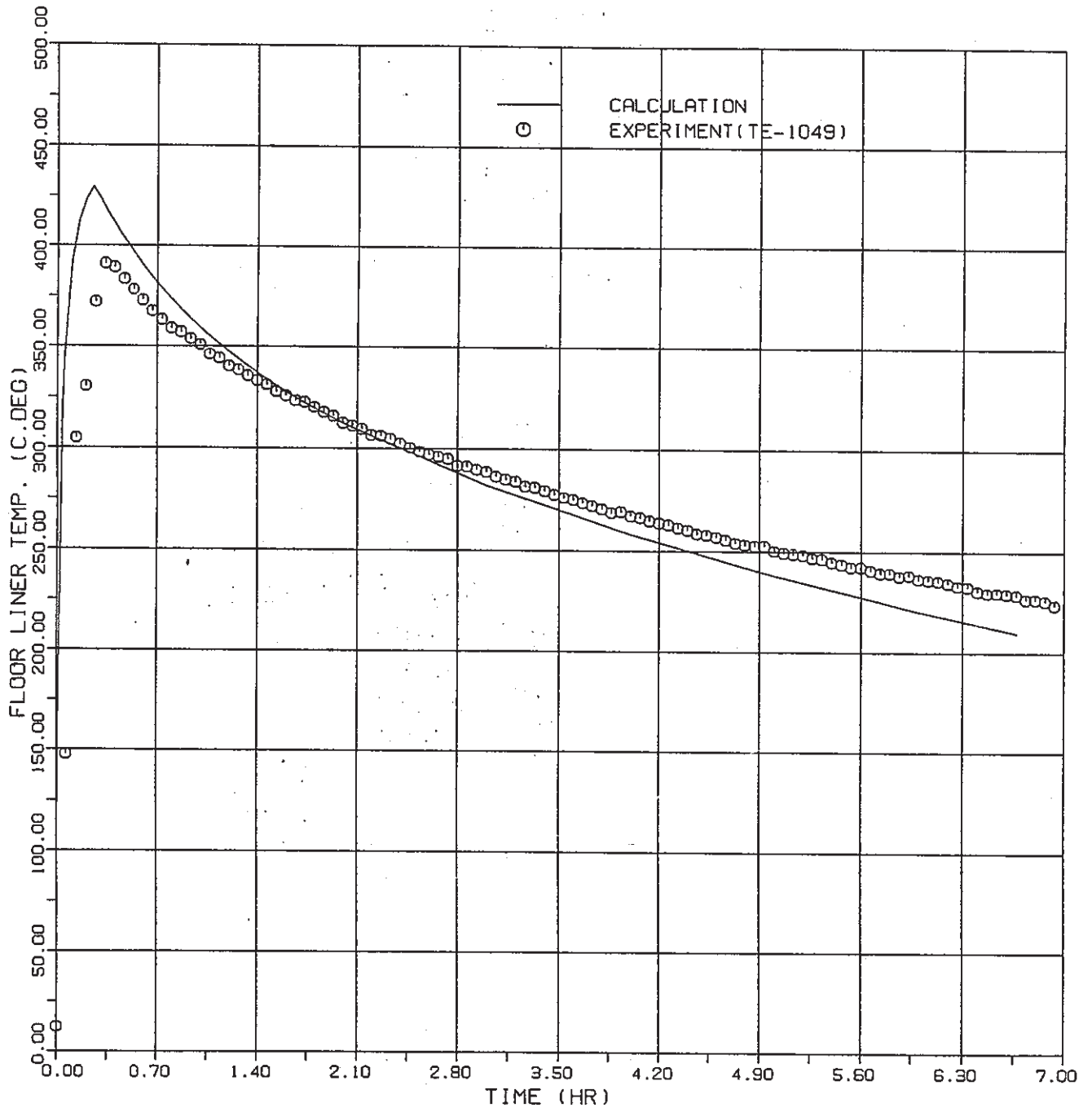
CELL-2 GAS PRESSURE

Appendix 4

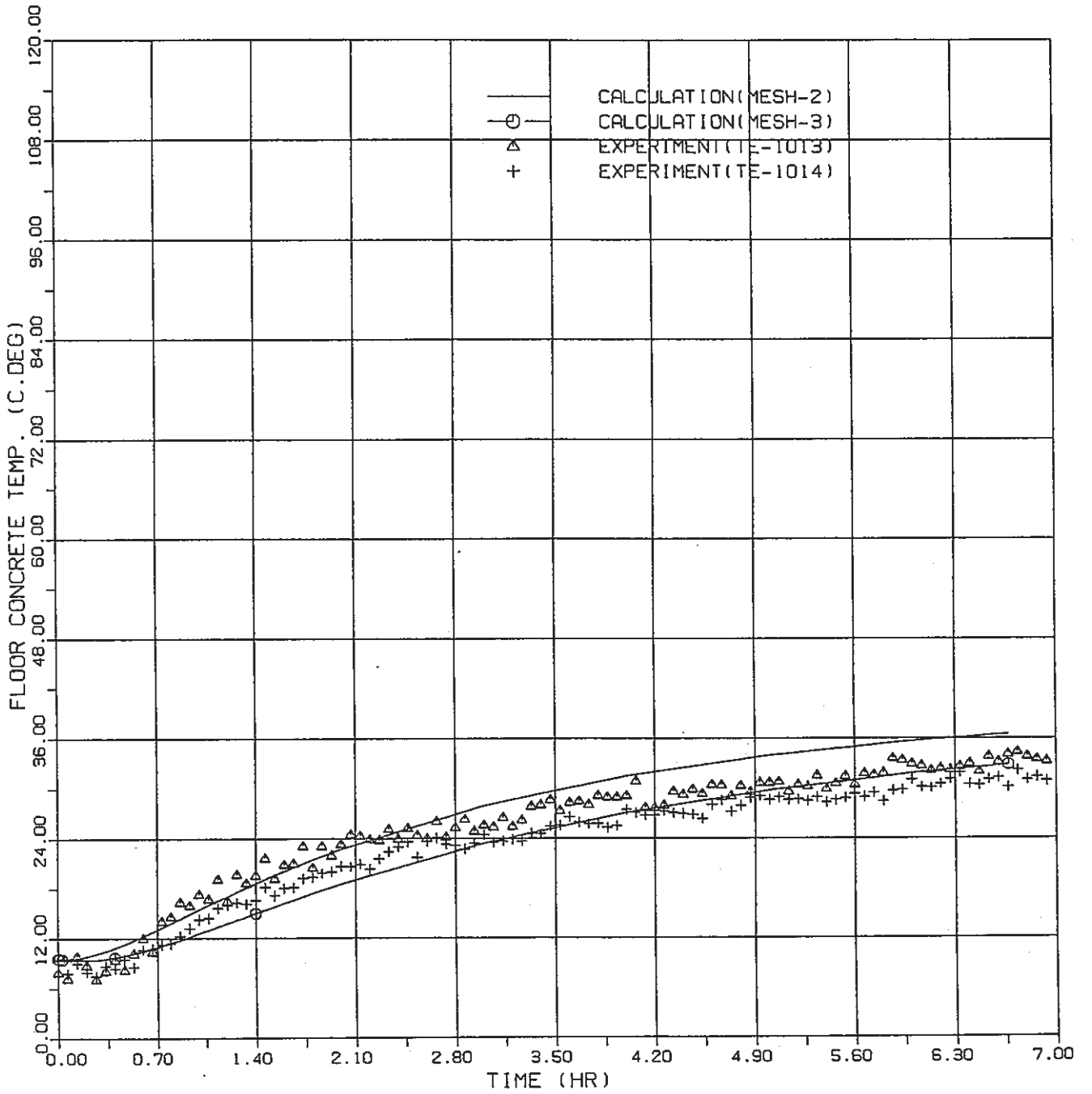
試験結果と解析結果の比較（ケース3）



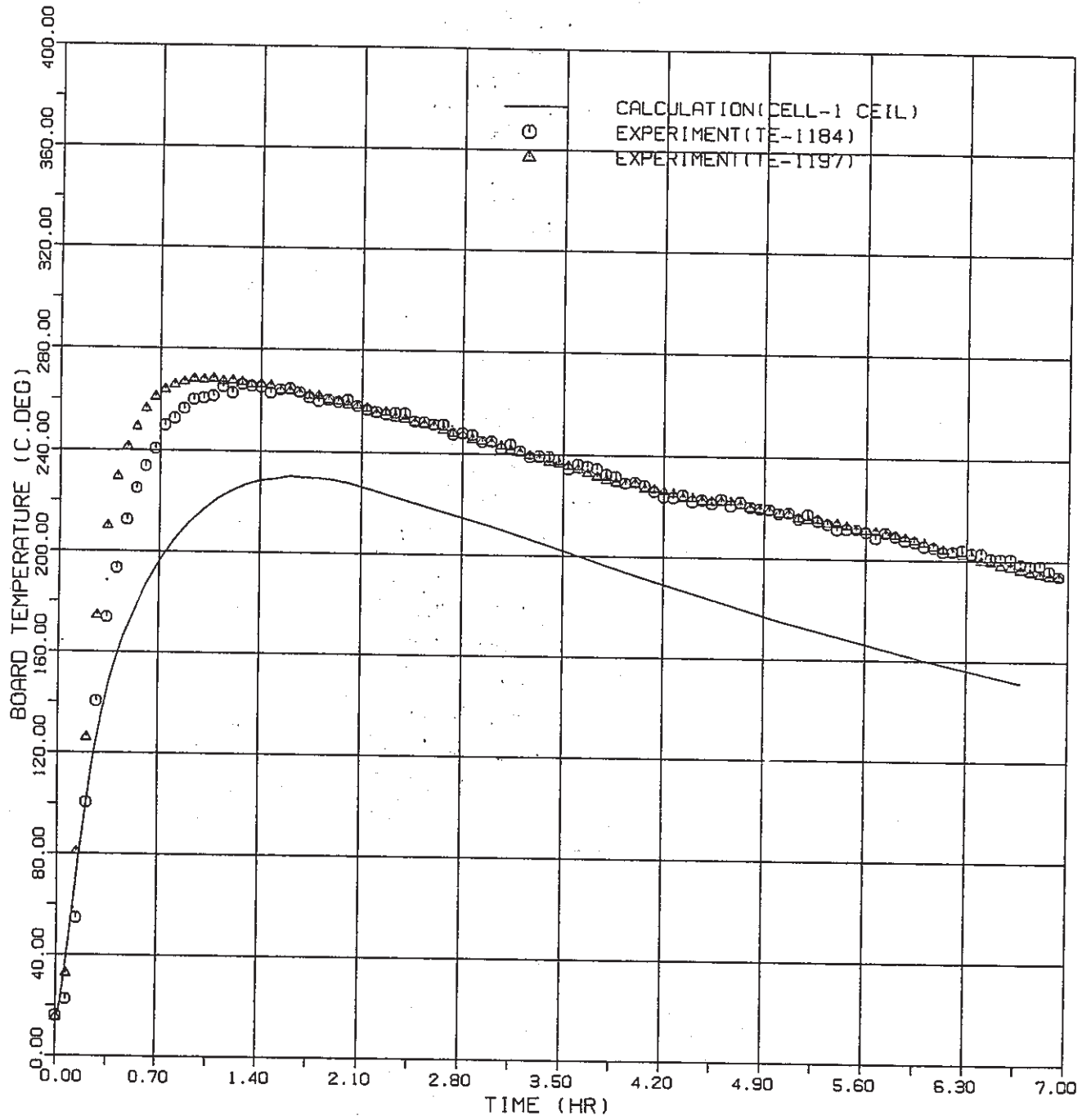
SODIUM POOL TEMPERATURE



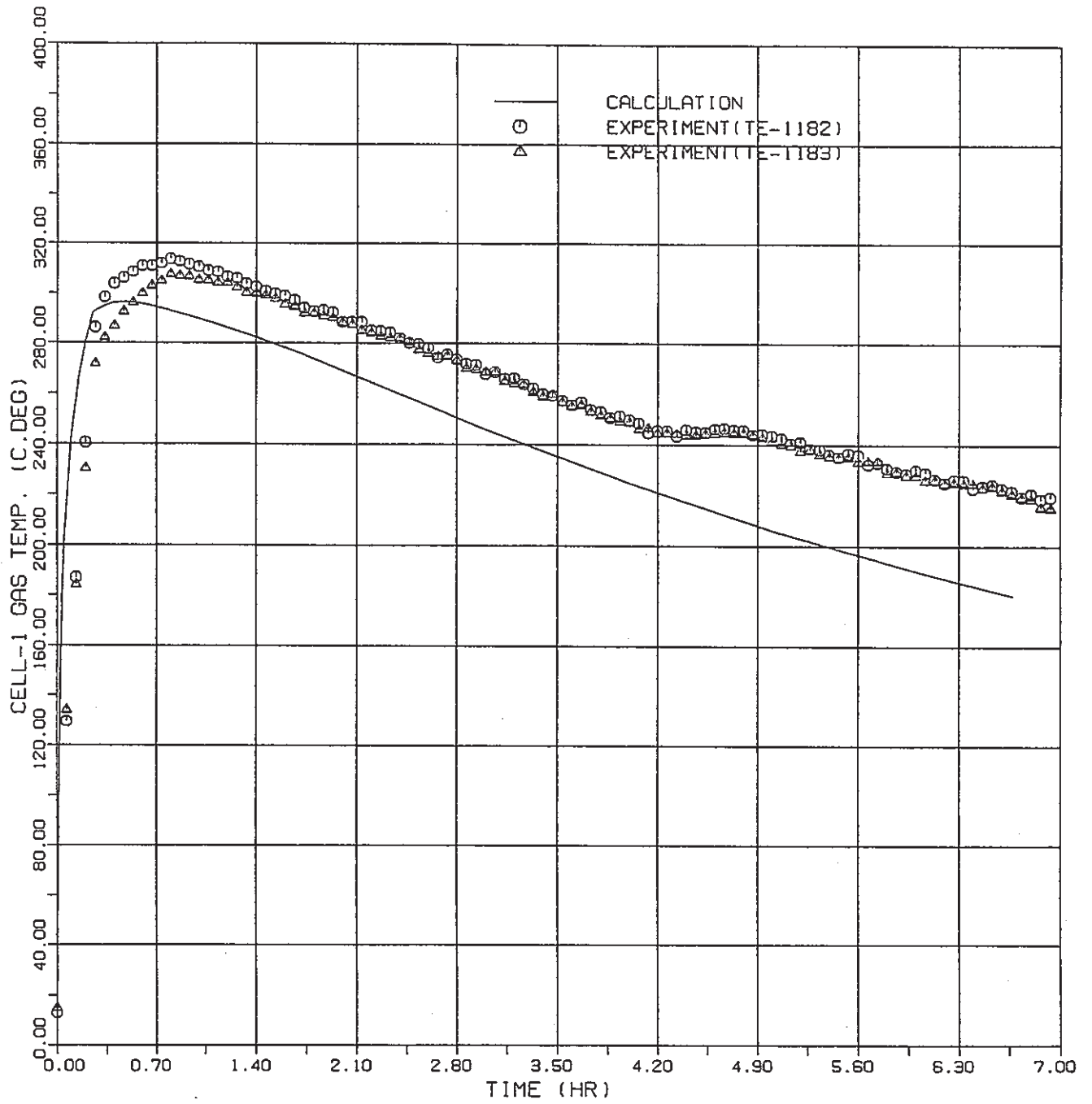
FLOOR LINER TEMPERATURE



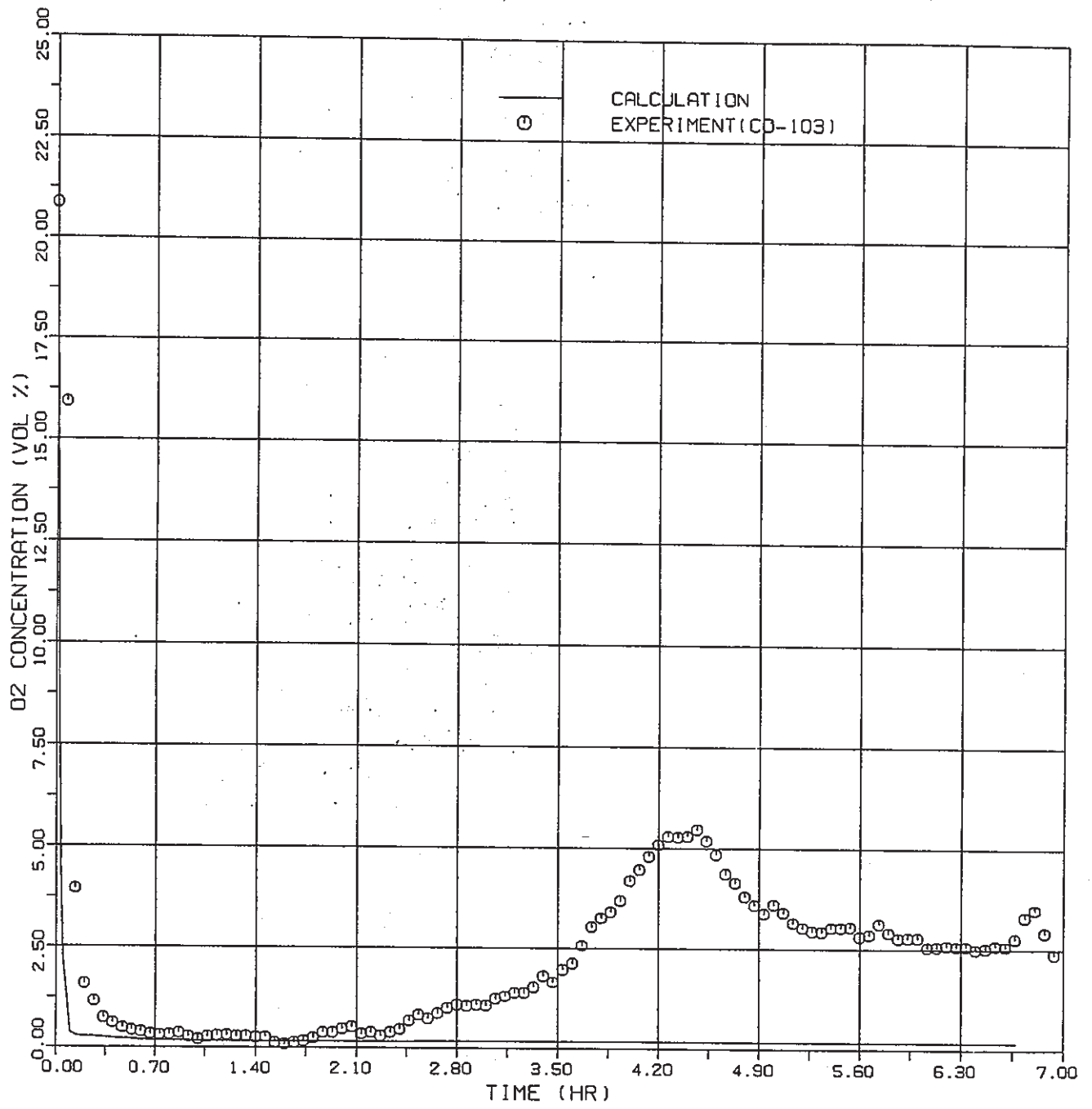
FLOOR CONCRETE TEMPERATURE



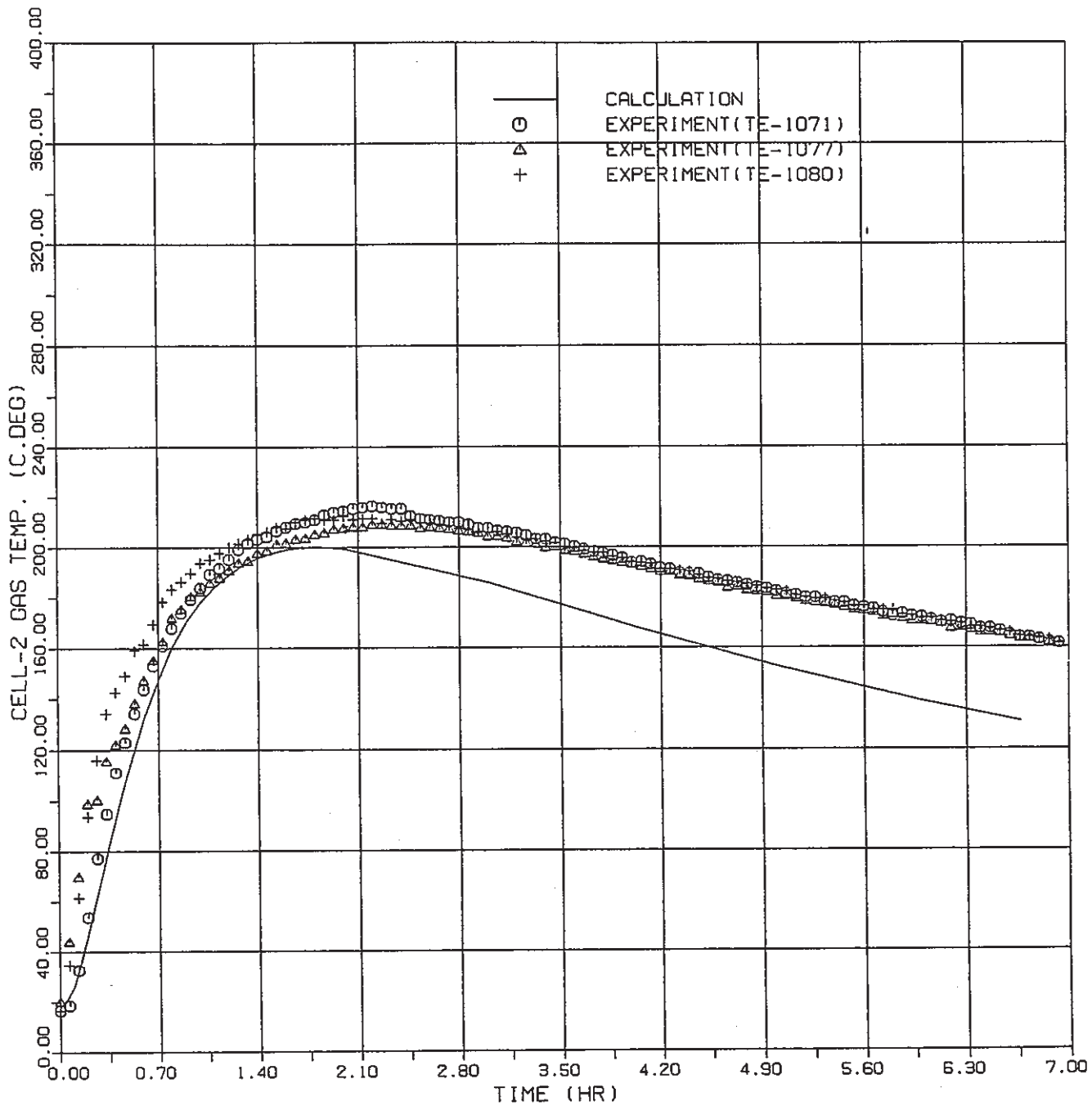
FIRE SUPPRESSION BOARD TEMPERATURE



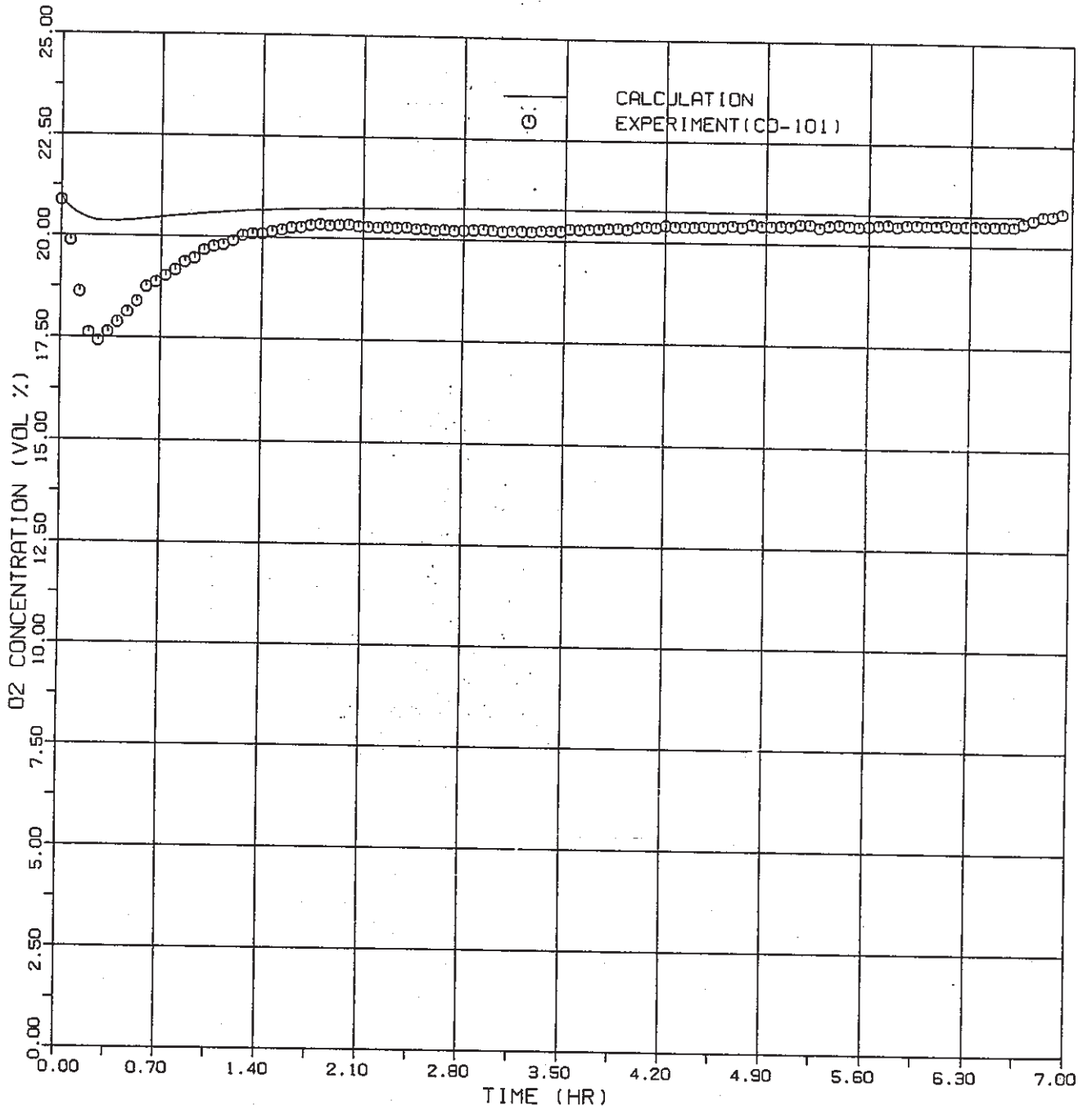
CELL-1 GAS TEMPERATURE



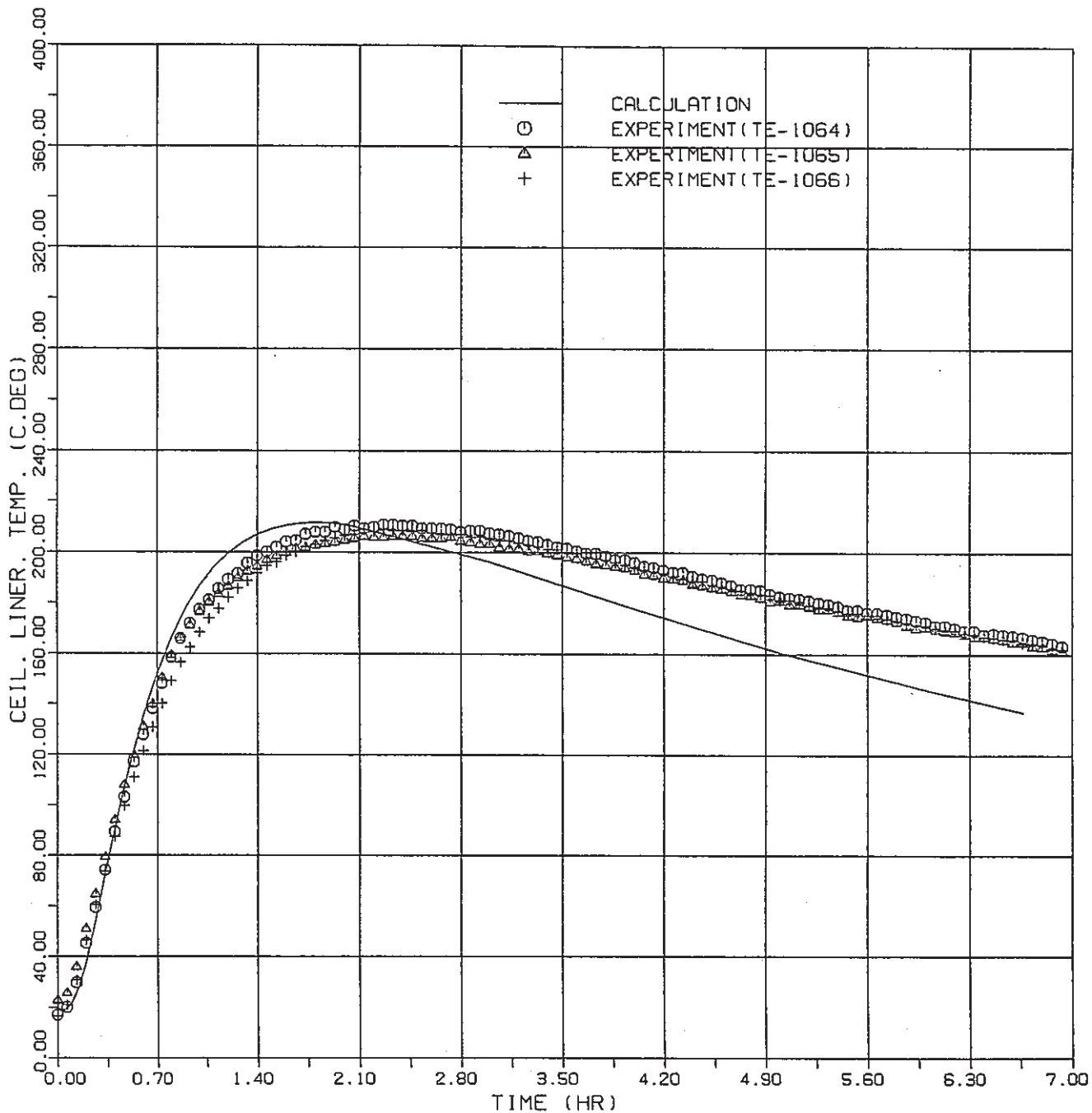
CELL-1 OXYGEN CONCENTRATION



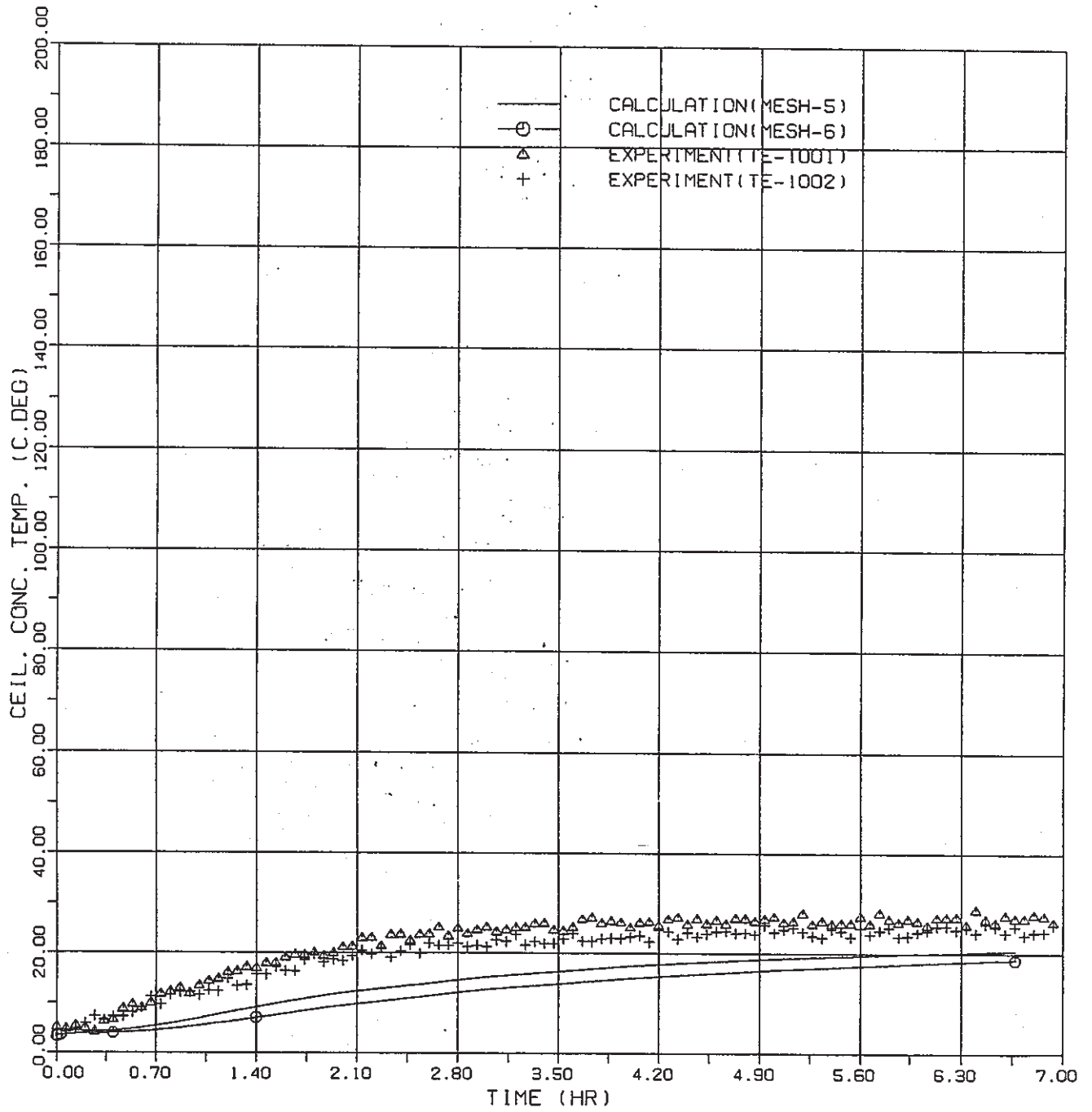
CELL-2 GAS TEMPERATURE



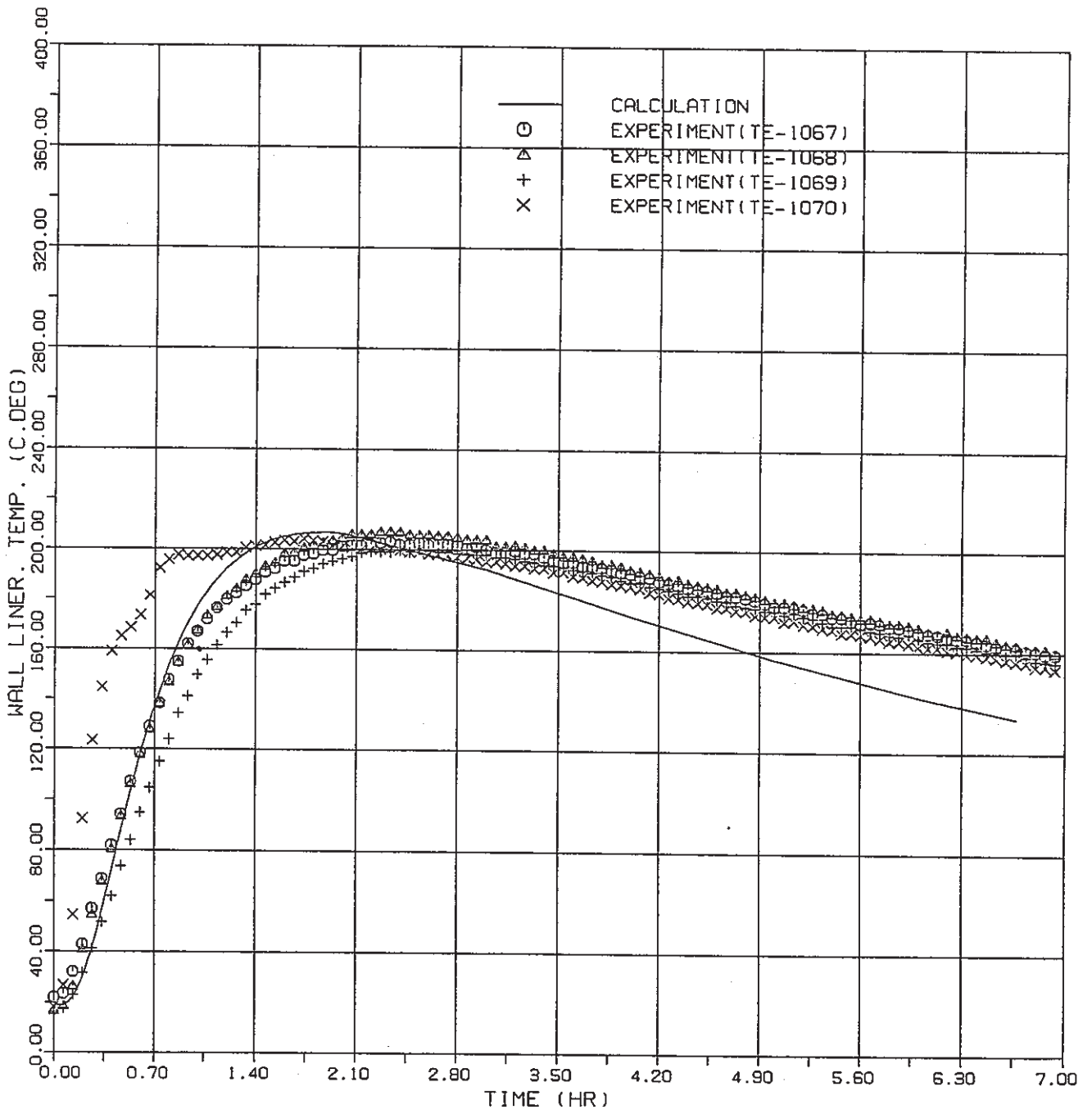
CELL-2 OXYGEN CONCENTRATION



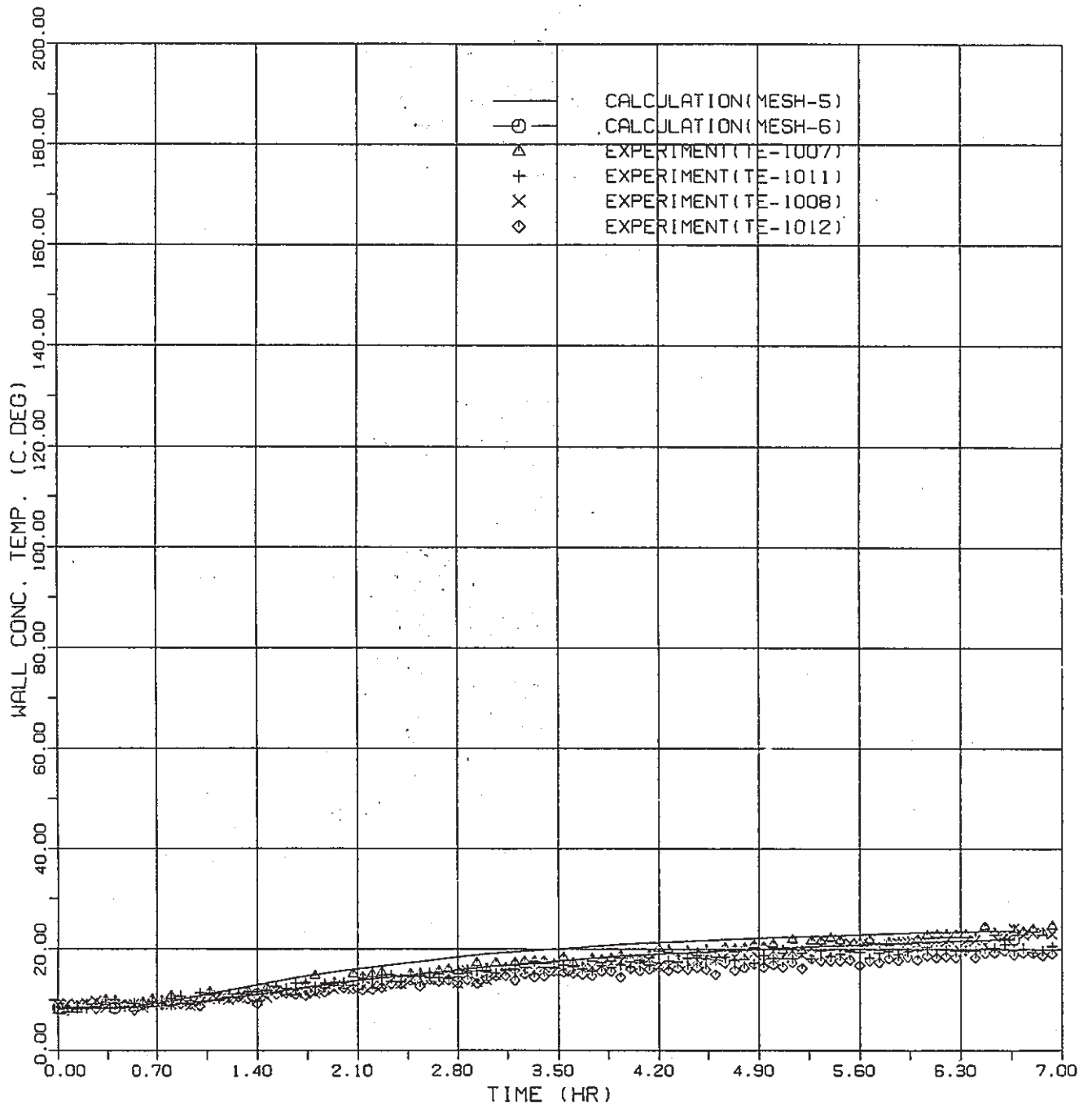
CEILING LINER TEMPERATURE



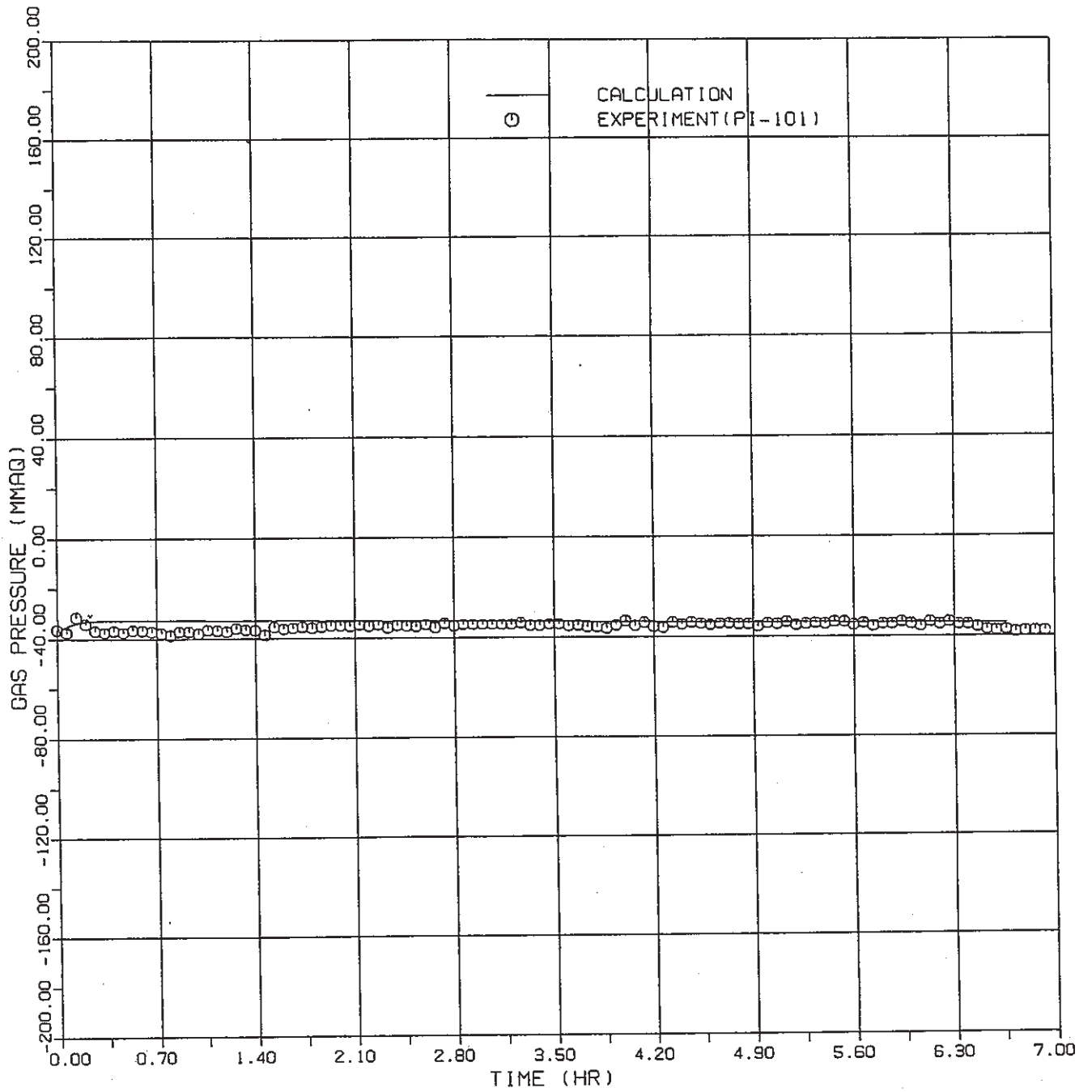
CEILING CONCRETE TEMPERATURE



WALL LINER TEMPERATURE



WALL CONCRETE TEMPERATURE



CELL-2 GAS PRESSURE