

自動車電池用連続鋳造極板技術について

Continuous Casting Technology for Plates of Car Batteries

大竹直浩* 加藤勝久*
Naohiro Otake Katsuhisa kato

Abstract

Car batteries are required to reduce the weight and costs so as to cope with environmental problems in recent years, whereas the environment in engine compartment where they are used is increasing in harshness.

Against such background, this paper describes the manufacturing methods of grid-plates i.e., the fundamental technology for car battery manufacturing, and in particular, Furukawa Battery's proprietary technology of continuous casting method thus discussing in detail the differences and features of expanding method and conventional book mold casting method.

The authors intend to make further efforts toward high quality, lightweight, and upgraded toughness, thereby bringing the continuous casting method of grid-plates to as near perfection as possible.

1. はじめに

自動車用バッテリーの使用環境は、エンジンの高出力化と機器の増加等でのエンジンルームの狭隘化によって高温化が進み、更にエレクトロニクス機器の増加による電気負荷の増加により、使用条件が過酷になってきている。そうした背景から、バッテリーの高温での耐久性向上の要求は益々強くなっている。

また、環境対策面からの燃費向上、トラックの積載量アップのための軽量化や大幅なコスト低減が求められている。

これらの要求に対し、自動車用バッテリーは従来の低アンチモンタイプからハイブリッドタイプへ、更に乗用車系では改良されたカルシウムタイプへと減液特性の優れた仕様に変化してきている。また、正極格子合金、セパレータの仕様変更等により高温耐久性は大きく向上した。生産設備面では極板製造工程や組立工程等の自動化が進み、信頼性向上にも寄与している。

バッテリーの製造において、ベースとなる極板格子の製造方式には、従来からのブックモールド鋳造方式（重力鋳造）、エキスパンド方式、連続鋳造方式の3方式があるが、軽量化と生産性の面からエキスパンド方式及び連続鋳造方式の採用が増加している。

弊社においても、上記の理由によりエキスパンド方式及び連続鋳造方式による極板製造方式を採用してきた。本報文では、弊社が主力極板製造方式としている連続鋳造方式について報告する。

2. 極板格子製造方式の概要と特徴

各種極板製造方式の概要と、これらの方式で製造された格子外観を図1～3に示す。

1) ブックモールド鋳造方式

従来からの製造方式で格子鋳型に溶解鉛を流し込み鋳造する方法である。

一回の鋳造で2枚取りの鋳型にしているのが一般的であるが、凝固させるための時間が長いために生産性は低く、また、1mm以下の薄い格子の鋳造が困難である。ただし、鋳型がコンパクトであるために、段替が容易、鋳型のコストが安い、格子デザインの自由度があるなどの利点もある。

* 電池事業部 自動車電池技術部

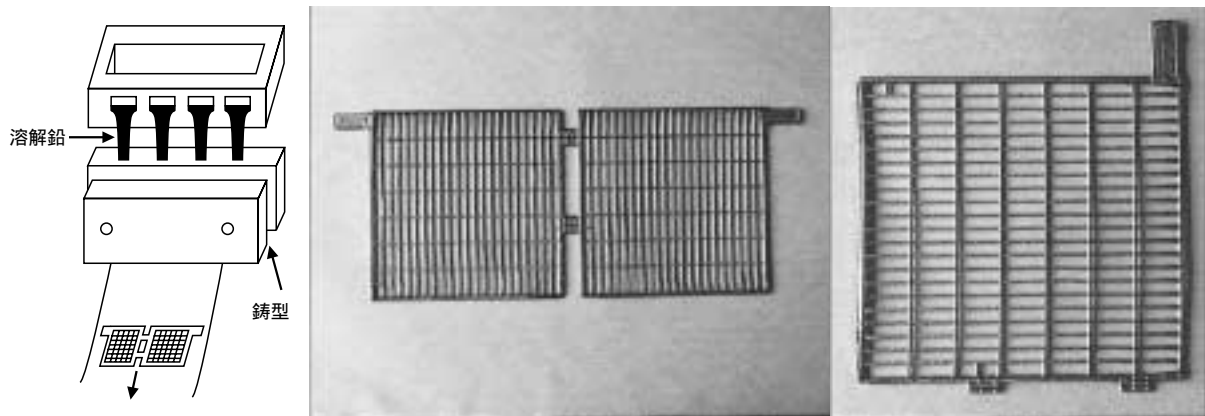


図1 ブックモールド鋳造方式の原理及び切断前後の格子外観
 Fig.1 Principle of book-mold casting machine and appearance of grid before and after severing

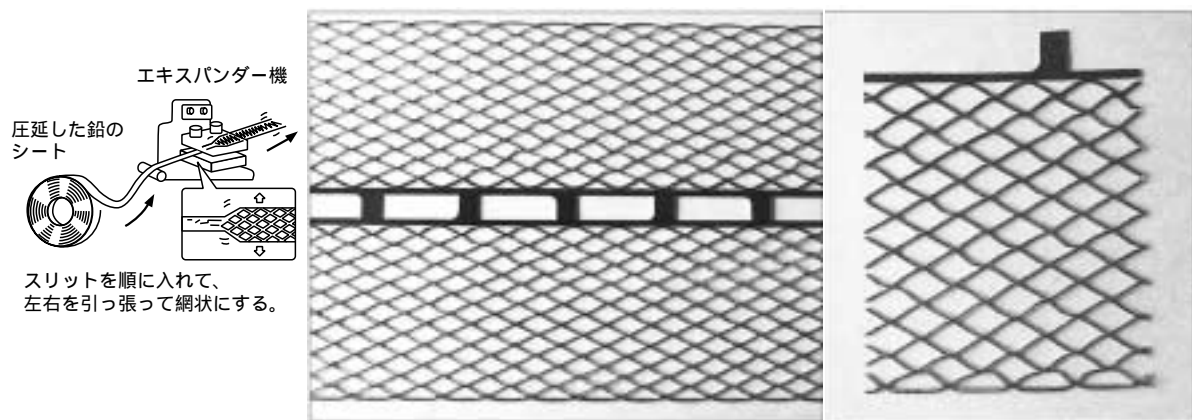


図2 エキスパンダー方式の原理及び切断前後の格子外観
 Fig. 2 Principle of expander machine and appearance of grid before and after severing

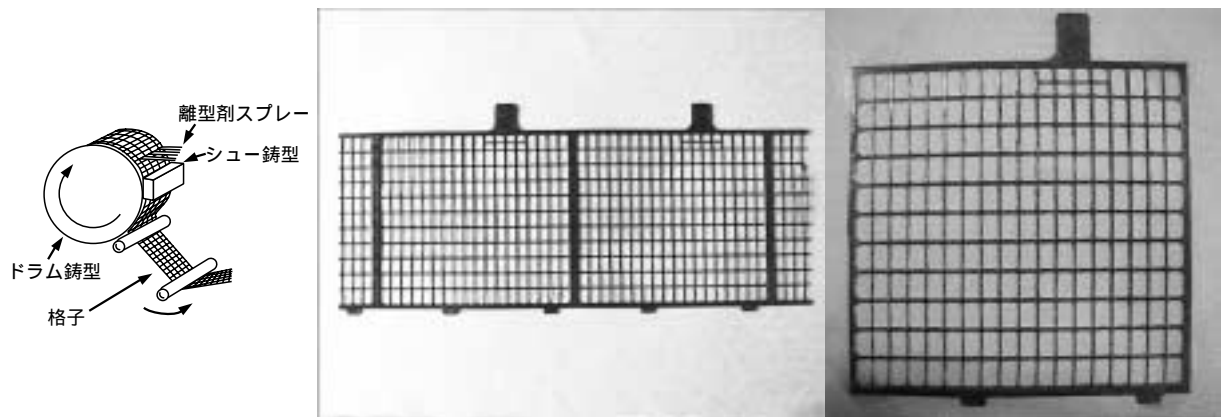


図3 連続鋳造方式の原理及び切断前後の格子外観
 Fig. 3 Principle of continuous casting machine and appearance of grid before and after severing

2) エキスパン方式

世界的には1970年代から使用されている方式で、圧延した鉛のシートに連続的にスリットを入れて、左右に引っ張って網状にする方法である。

連続的に製造するために生産性が良く、圧延した薄い鉛のシートを使用するため軽い格子の製造が可能である。ただし、鉛のシートが必要、耳加工時の打ち抜き切断屑が出る、段替時間が長い、デザイン設計の自由度が小さい等のデメリットもある。また、鉛シートの製造方式にはいくつかあるが、鋳造した厚いシートを薄く圧延する方式が多く採用されている。

格子表面は圧延した鉛面、スリッターによる切断面があり、鋳造とは異なり平滑であるので、活物質との結合性はブックモールド鋳造格子と比べると劣ることから、ペースト処方等で改善が図られている。

3) 連続鋳造方式

1980年代後半から使用された方式で、回転ドラム鋳型と固定されたシュー鋳型に連続的に溶解鉛を流し込んで鋳造する方法である。

連続的に製造するために生産性が良く、品質が安定している。また、薄型格子の鋳造が可能である。

鋳型がドラム式の特種タイプのため、鋳型コストが高いデメリットがある。なお、鋳型は掘り込み式であるため、エキスパン方式とは異なり、格子デザインについて設計の自由度が大きい。

3. 連続鋳造極板の製造工程と特徴

前項で述べたように、極板格子製造方法には3種類あり、連続格子体で製造され充填されるのがエキスパン方式、及び連続鋳造方式でそれぞれ特徴があるが、ここでは連続鋳造方式について、その製造工程、極板の特徴及び電池特性について述べる。

3.1 連続鋳造極板の製造工程

連続鋳造極板の製造工程は、図4に示す装置で連続的に格子を鋳造する連続鋳造工程と、活物質ペーストを充填、切断、分離して極板を製造する充填工

程からなる。鋳造工程は、鉛溶解炉、回転ドラム鋳型、シュー鋳型から成る。溶解炉より溶解鉛が固定されたシュー鋳型に連続して供給され、回転するドラム鋳型の網目状に掘り込まれた部分で凝固する。この凝固体は、連続格子体となってドラムから引き出される。溶解鉛はドラムとシューの接触する短い距離で瞬時に凝固するため、溶解鉛の注入圧、ドラム回転速度、引き出し強さ等に非常に厳密な管理が要求される。

なお、鋳型からの離型には従来のブックモールド方式のコルク離型剤の代わりに特殊な液状離型剤が使用される。

充填工程は充填機、ロータリーカッター、予熱乾燥炉、充填板集積装置より成る。充填機は従来タイプで使用されている布ベルトに代わってスチールベルトが用いられている。ペーストはホッパーの下部から押し出され、エキスパン格子の場合と同様に上下に充填紙を貼り付けながら充填される。

連続格子体は1mm以下の厚さで柔らかく、活物質ペーストの充填圧力で変形を起こし易いため、充填ホッパー下部からのペーストの流れ方を工夫することにより改善が図られている。充填後は、連続充填板の耳の位置を電氣的に検出し、ロータリーカッターの回転速度をコントロールすることで規定寸法の極板に切断される。切断された充填板は予熱乾燥炉を通り、充填板集積装置で自動的に集積される。

3.2 連続鋳造極板の特徴

各種極板製造方式の特徴を表1に示す。

連続鋳造極板はエキスパン極板と異なり、左右に外枠格子を設けることが可能であり、また、集電効果を考慮したラジアル形状等自由な格子形状設計も可能である。ブックモールド鋳造格子では不可能な1.0mm以下の薄型化がこの連続鋳造方式では可能であり、ブックモールド格子対比で約30%の軽量化が可能である。なお、格子質量のバラツキ幅も約1/3に小さくなっている。ブックモールド鋳造方式では鋳造後のトリミング、また、エキスパン製造方式では耳部打ち抜き加工時に発生するスクラップの戻し等のロスがあるが、連続鋳造方式ではスクラ

自動車電池用連続鋳造極板技術について

ップの無駄は発生しない。

充填におけるペーストの格子への充填性は、充填機構造を工夫する事により良好になった。格子質量とペースト充填量の両方のバラツキを含む充填板質

量のバラツキ幅はブックモールド極板対比で約1/2と小さくなっている。この様に極板の質量(活物質量)のバラツキが小さくなり、電池性能をより安定化するのに役立っている。

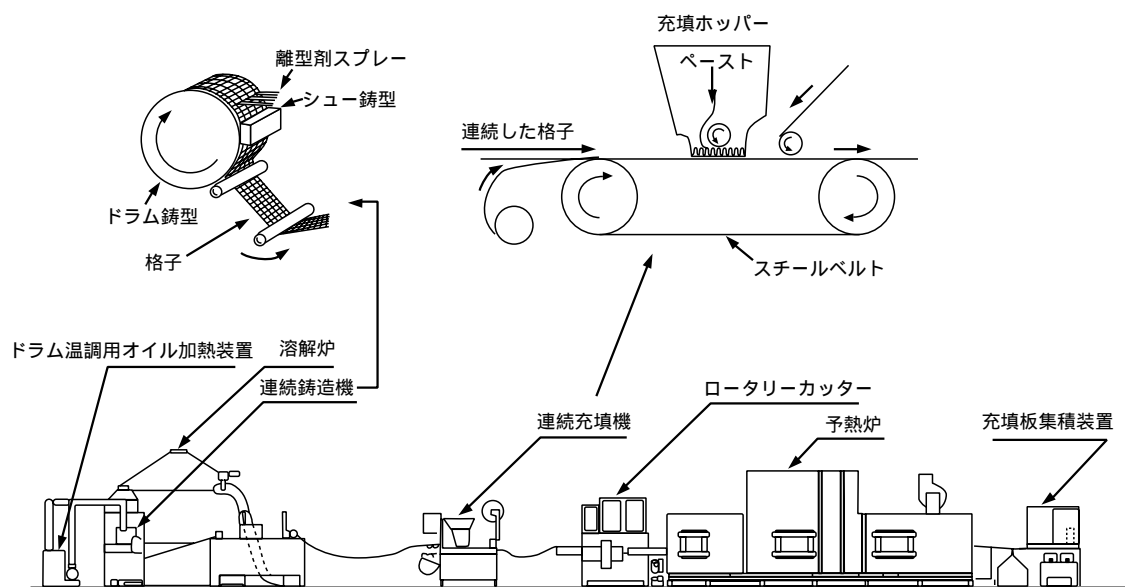


図4 連続鋳造極板の製造装置
Fig.4 Schematic of continuous casting machine

表1 各種極板製造方式の比較

Table 1 Comparison of various manufacturing methods for plates

項目	ブックモールド製造方式	エキスパンド製造方式	連続鋳造製造方式
1. 設計面	格子デザインの自由度	大	小
	縦枠格子	可	不可
2. 製造面	薄型格子	難	容易
	鉛シートの要否	不要	要
	極板生産性	低い	高い
	コスト	高い	安い
	段替	容易	難
	格子トリミング屑の発生	有り	有り
	充填ホッパーへのペースト戻し	有り	無し
	充填板質量バラツキ	大きい	小さい
	格子と活物質との密着性	良い	普通

3.3 連続鋳造極板採用電池の特性

現在、連続鋳造極板はハイブリッドバッテリー及びカルシウムバッテリーの負極板として採用されている。一例として55D23形電池の性能を表2に示す。電池質量は従来品（ブックモールド極板）に対して約0.5kg軽くなっている。図5にJIS 75 軽負荷寿命特性を示す。従来品（ブックモールド極板）対比で高率放電特性が若干ではあるが向上している。これ

は、連続鋳造極板製造方式の導入に対応して、負極活物質の利用率の向上を図ったことによるものである。

また、極板製法の違い、電池タイプの違い、質量の変遷等を含めて、過去からの性能の流れを図6～9に示す。これから、自動車用電池の性能、軽量化等の進歩がうかがえる。

表2 連続鋳造極板採用電池の性能概要(55D23形)

Table 2 Performance outline of batteries employing continuous-cast plates(type 55D23)

項目	電池	ハイブリッド品(リーフ状セパレータ)		カルシウム品(袋状PEセパレータ)		
		従来品 (+BM/-BM)	軽量化品 (+BM/-CC)	従来品 (+BM/-BM)	軽量化品 (+BM/-CC)	
1	電池質量(kg)	15.1	14.6	15.2	14.7	
2	5時間率容量(Ah)	52.0	51.8	51.6	52.1	
3	20時間率容量(Ah)	60.8	60.6	60.2	61.3	
4	高率放電特性 - 15・300A	持続時間(m:s)	2:19	2:20	2:26	2:30
		5秒目電圧(V)	8.88	8.98	9.31	9.39
5	充電受入れ性(A)	17.4	16.9	16.8	17.2	
6	RC(分)	109	107	106	111	
7	CCA(A)	439	444	491	498	
8	自己放電 40、28日間 残存 - 15・300A持続(m:s)	1:37	1:40	2:01	2:03	
9	定電圧充電減液(g) [40、14.4V×28日間]	250	254	47	45	
10	40 JIS重負荷寿命(回)	330	325	153	151	
11	40 JIS軽負荷寿命(回)	7500	7800	8700	9100	
12	75 JIS軽負荷寿命(回)	3500	3500	3550	3600	
13	40 過充電寿命(回)	13	13	10	10	

注) BM:ブックモールド鋳造極板、CC:連続鋳造極板

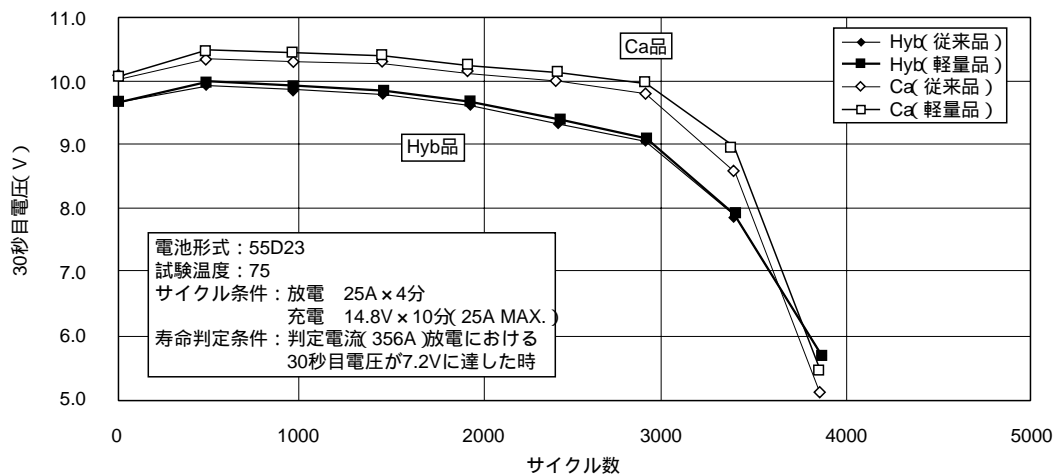


図5 75 軽負荷寿命試験結果
 Fig. 5 Results of shallow cycle endurance tests at 75

自動車電池用連続鋳造極板技術について

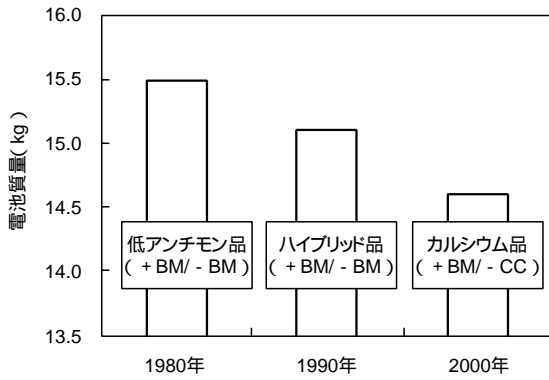


図6 55D23電池質量の変化
Fig. 6 Change in the weight of 55D23 battery

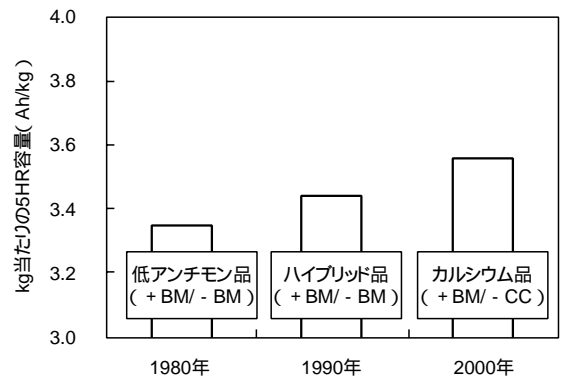


図7 55D23 質量当たりの容量の変化
Fig. 7 Change in the electric capacity per weight of 55D23 battery

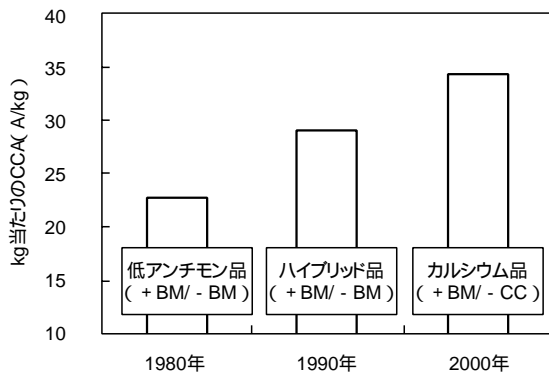


図8 55D23 質量当たりのエンジン始動性(CCA)の変化
Fig. 8 Change in the cold cranking amps. (CCA) per weight of 55D23 battery

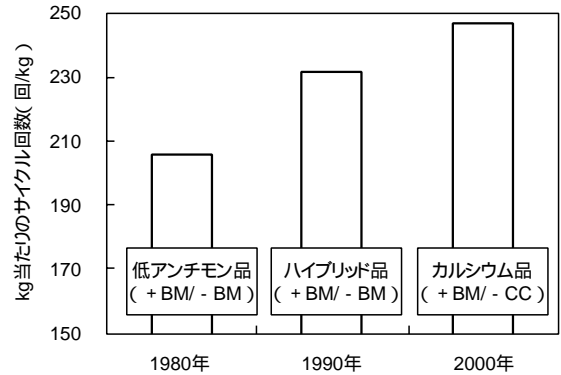


図9 55D23 質量当たりの75 JIS軽負荷寿命の変化
Fig. 9 Change in the shallow cycle endurance at 75 per weight of 55D23 battery

注) BM : ブックモールド極板
CC : 連続鋳造極板

4. おわりに

本報では連続鋳造方式の技術面について紹介した。弊社は、連続鋳造方式を国内で初めて実用化して以来10年にわたり、品質向上、生産性向上に多くの改善を重ねてきた。現在では、世界的にも本方式の完成度が高い電池メーカーと評価されている。

自動車用バッテリーには、環境問題に対応するための更なる軽量化、車両の電子化に対応するための信頼性向上、タフネスアップが一層求められる時代となっている。このような時代に対応し、弊社独自技術の連続鋳造方式極板を格段の軽量化、高出力化、新型電池等に展開するため、新たな目標に向かって研究開発を継続している。