

# E P D M配合における加硫促進剤の加硫挙動

三新化学工業（株）

池上茂樹

## 1．はじめに

E P D Mは、ブリュームする傾向が強いので加硫促進剤の添加量に限界があり、多種類の加硫促進剤が使用されている。加硫調整を行う場合、各加硫促進剤単独での加硫挙動が明らかであれば加硫調整を行うのに参考となる。しかし、系の異なる各加硫促進剤単独等量配合での試験例は見あたらない。

その他、軟化点の低い材料との複合材料の場合、通常に加硫温度では加硫できず低温で加硫する必要がある。また、低温短時間で加硫ができれば省エネルギーによるコスト削減にもつながる。

ここでは、E P D M配合によく使用されている加硫促進剤について低温から高温における単独等量配合で比較加硫試験を行った。さらに低温において加硫促進効果の高かった加硫促進剤を用いて、低温加硫系の検討も行ったので紹介する。

## 2．ゴム配合

### (1) 基本配合

---

E N B系 E P D M	1 0 0 (重量部)
H A Fカーボンブラック	8 0
ナフテン系プロセスオイル	5 0
ステアリン酸	1
亜鉛華	5
硫黄	1.5
加硫促進剤	2.0 (単独配合の場合)

---

## 3．各種加硫促進剤の比較試験

### 3 - 1．試験結果

1 2 0 ~ 1 8 0 で行った各種加硫促進剤単独での加硫試験結果を表 - 1 に示す。

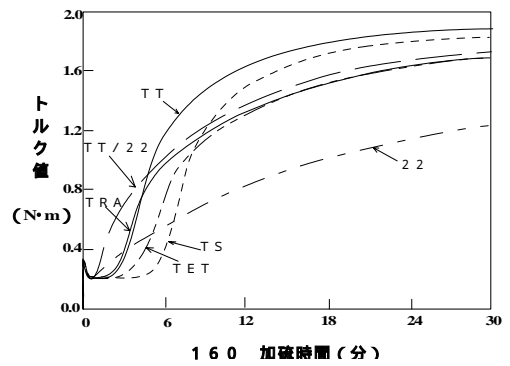
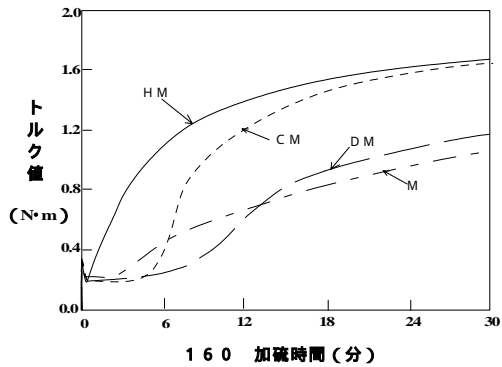
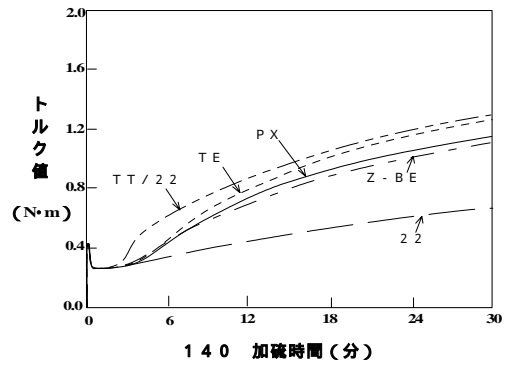
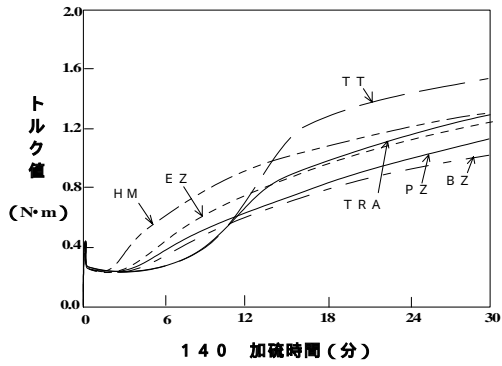
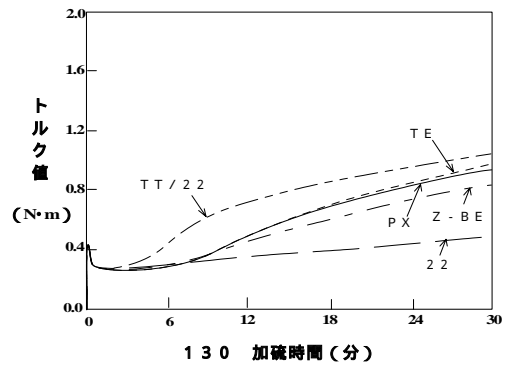
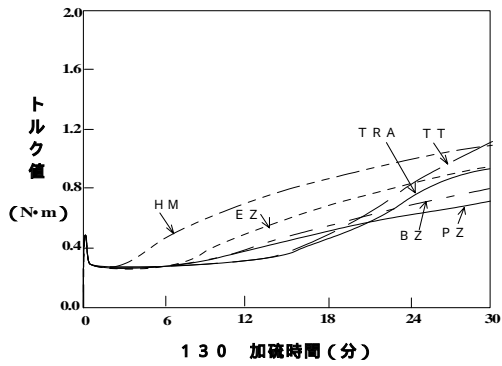
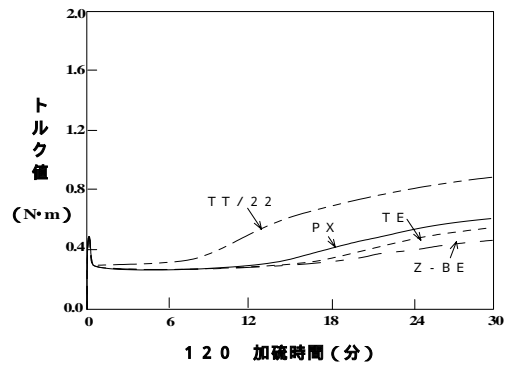
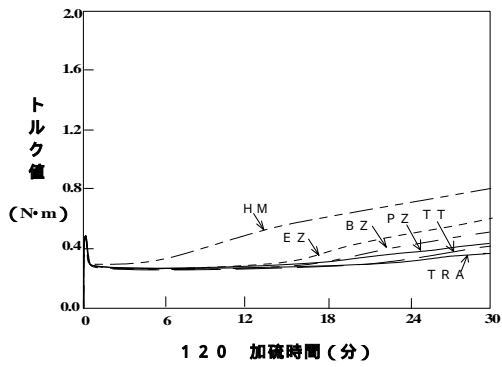
また、キュラストメーター試験での加硫曲線を図 - 1 に示す。

表 - 1 . 各種加硫促進剤の加硫試験結果

項目 \ No.	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
	M	DM	HM	CM	TS	TT
<u>ムーニースコーチ試験：ML 1 , 1 2 5</u>						
Vm	4 2 . 4	4 0 . 2	4 3 . 1	3 9 . 6	3 8 . 9	4 0 . 2
t <sub>5</sub> (分)	3 2 . 8	6 3 . 5	6 . 3	4 2 . 4	4 2 . 9	1 9 . 4
t <sub>35</sub> (分)	5 3 . 7	1 1 4	9 . 1	5 2 . 4	6 0 . 2	3 0 . 7
t <sub>30</sub> (分)	2 0 . 9	5 0 . 9	2 . 8	1 0 . 0	1 7 . 3	1 1 . 3
<u>キュラストメーター試験：V型 , = ± 1 ° , 1 0 0 c p m , 3 0 分間</u>						
120 t <sub>S0.04</sub> (分)	-	-	6 . 5	-	-	1 9 . 3
t <sub>10</sub> (分)	-	-	7 . 0	-	-	1 0 . 4
t <sub>90</sub> (分)	-	-	2 6 . 2	-	-	2 9 . 0
MH (N・m)	-	-	0 . 8 0	-	-	0 . 4 1
130 t <sub>S0.04</sub> (分)	-	-	3 . 3	-	-	1 1 . 1
t <sub>10</sub> (分)	-	-	4 . 1	-	-	1 3 . 9
t <sub>90</sub> (分)	-	-	2 4 . 9	-	-	2 8 . 1
MH (N・m)	-	-	1 . 0 8	-	-	1 . 1 0
140 t <sub>S0.04</sub> (分)	-	-	2 . 2	-	-	6 . 2
t <sub>10</sub> (分)	-	-	2 . 9	-	-	8 . 5
t <sub>90</sub> (分)	-	-	2 3 . 3	-	-	2 2 . 6
MH (N・m)	-	-	1 . 3 1	-	-	1 . 5 4
160 t <sub>S0.04</sub> (分)	3 . 1	5 . 4	0 . 9	5 . 1	4 . 7	2 . 3
t <sub>10</sub> (分)	3 . 8	7 . 7	1 . 2	5 . 9	5 . 8	3 . 2
t <sub>90</sub> (分)	2 4 . 9	2 4 . 2	1 7 . 0	2 0 . 1	1 6 . 1	1 4 . 4
MH (N・m)	1 . 0 6	1 . 1 8	1 . 6 7	1 . 6 6	1 . 8 3	1 . 8 8
180 t <sub>S0.04</sub> (分)	1 . 1	1 . 9	0 . 5	1 . 9	1 . 8	1 . 0
t <sub>10</sub> (分)	1 . 5	2 . 6	0 . 6	2 . 2	2 . 1	1 . 3
t <sub>90</sub> (分)	1 4 . 7	1 4 . 1	6 . 3	7 . 6	5 . 7	5 . 2
MH (N・m)	1 . 3 5	1 . 4 4	1 . 5 8	1 . 6 1	1 . 6 6	1 . 7 1

項目		No.					
		1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12
加硫促進剤		T E T	T R A	P Z	E Z	B Z	P X
<u>ムーニースコーチ試験：ML 1, 1 2 5</u>							
Vm		4 0 . 5	4 0 . 0	4 1 . 3	4 1 . 6	4 4 . 0	4 1 . 9
t <sub>5</sub> (分)		2 8 . 7	1 9 . 0	1 5 . 9	1 1 . 9	1 2 . 1	1 2 . 4
t <sub>35</sub> (分)		4 3 . 3	2 8 . 1	2 3 . 6	1 6 . 4	1 8 . 0	1 7 . 0
t <sub>30</sub> (分)		1 4 . 6	9 . 1	7 . 7	4 . 5	5 . 9	4 . 6
<u>キュラストメーター試験：V型， = ± 1 ° ， 1 0 0 c p m ， 3 0 分間</u>							
120	t <sub>S0.04</sub> (分)	-	2 1 . 8	1 8 . 4	1 4 . 2	1 6 . 6	1 3 . 7
	t <sub>10</sub> (分)	-	1 1 . 5	1 3 . 1	1 3 . 8	1 4 . 3	1 3 . 3
	t <sub>90</sub> (分)	-	2 9 . 1	2 8 . 4	2 8 . 0	2 8 . 4	2 7 . 8
	MH (N・m)	-	0 . 3 8	0 . 4 2	0 . 6 1	0 . 5 0	0 . 6 3
130	t <sub>S0.04</sub> (分)	-	1 1 . 3	8 . 5	6 . 8	8 . 0	6 . 9
	t <sub>10</sub> (分)	-	1 3 . 3	8 . 8	7 . 7	8 . 7	7 . 7
	t <sub>90</sub> (分)	-	2 7 . 2	2 7 . 1	2 6 . 3	2 6 . 8	2 6 . 2
	MH (N・m)	-	0 . 9 4	0 . 7 2	0 . 9 5	0 . 7 9	0 . 9 4
140	t <sub>S0.04</sub> (分)	-	5 . 8	4 . 0	3 . 5	4 . 2	3 . 7
	t <sub>10</sub> (分)	-	7 . 8	4 . 9	4 . 4	5 . 1	4 . 5
	t <sub>90</sub> (分)	-	2 5 . 0	2 5 . 5	2 4 . 7	2 5 . 3	2 4 . 4
	MH (N・m)	-	1 . 3 0	1 . 1 3	1 . 2 4	1 . 0 4	1 . 1 8
160	t <sub>S0.04</sub> (分)	3 . 1	2 . 0	1 . 2	1 . 2	1 . 4	1 . 3
	t <sub>10</sub> (分)	4 . 3	2 . 8	1 . 7	1 . 8	2 . 0	1 . 8
	t <sub>90</sub> (分)	1 8 . 8	1 9 . 8	1 8 . 2	1 9 . 4	2 1 . 7	1 9 . 4
	MH (N・m)	1 . 7 0	1 . 7 2	1 . 6 9	1 . 5 8	1 . 4 0	1 . 4 5
180	t <sub>S0.04</sub> (分)	1 . 2	0 . 8	0 . 5	0 . 6	0 . 6	0 . 6
	t <sub>10</sub> (分)	1 . 6	1 . 1	0 . 7	0 . 8	0 . 9	0 . 8
	t <sub>90</sub> (分)	6 . 8	8 . 4	5 . 8	7 . 2	1 0 . 1	8 . 5
	MH (N・m)	1 . 5 4	1 . 6 5	1 . 5 7	1 . 4 3	1 . 3 5	1 . 3 4

項目 \ No.		1-13	1-14	1-15	1-16	
		T E	Z - B E	2 2	T T / 2 2	
<u>ムーニースコーチ試験：ML 1 , 1 2 5</u>						
V m		4 0 . 7	4 1 . 8	4 3 . 3	4 2 . 9	
t <sub>5</sub>	(分)	1 2 . 1	1 3 . 5	1 5 . 1	8 . 8	
t <sub>35</sub>	(分)	1 7 . 2	1 9 . 9	4 1 . 1	1 1 . 8	
t <sub>30</sub>	(分)	5 . 1	6 . 4	2 6 . 0	3 . 0	
<u>キュラストメーター試験：V型， = ± 1 ° ， 1 0 0 c p m、 3 0 分間</u>						
120	t <sub>S0.04</sub>	(分)	1 5 . 1	1 6 . 9	-	7 . 7
	t <sub>10</sub>	(分)	1 3 . 5	1 2 . 7	-	8 . 4
	t <sub>90</sub>	(分)	2 8 . 2	2 8 . 3	-	2 5 . 8
	MH	(N・m)	0 . 5 5	0 . 4 7	-	0 . 8 8
130	t <sub>S0.04</sub>	(分)	6 . 1	6 . 8	6 . 4	4 . 2
	t <sub>10</sub>	(分)	7 . 2	7 . 6	4 . 1	4 . 9
	t <sub>90</sub>	(分)	2 6 . 2	2 6 . 6	2 6 . 9	2 5 . 1
	MH	(N・m)	0 . 9 7	0 . 8 4	0 . 4 8	1 . 0 6
140	t <sub>S0.04</sub>	(分)	3 . 2	3 . 4	3 . 2	2 . 3
	t <sub>10</sub>	(分)	4 . 3	4 . 2	3 . 2	2 . 9
	t <sub>90</sub>	(分)	2 4 . 5	2 4 . 6	2 6 . 3	2 4 . 3
	MH	(N・m)	1 . 2 7	1 . 1 3	0 . 6 8	1 . 3 2
160	t <sub>S0.04</sub>	(分)	1 . 1	1 . 2	1 . 1	1 . 0
	t <sub>10</sub>	(分)	1 . 6	1 . 7	1 . 9	1 . 4
	t <sub>90</sub>	(分)	1 8 . 3	2 0 . 6	2 3 . 8	1 9 . 4
	MH	(N・m)	1 . 6 5	1 . 4 3	1 . 2 3	1 . 7 8
180	t <sub>S0.04</sub>	(分)	0 . 6	0 . 6	0 . 5	0 . 5
	t <sub>10</sub>	(分)	0 . 7	0 . 7	0 . 9	0 . 7
	t <sub>90</sub>	(分)	6 . 1	1 0 . 2	1 2 . 1	6 . 7
	MH	(N・m)	1 . 5 1	1 . 3 7	1 . 4 0	1 . 6 7



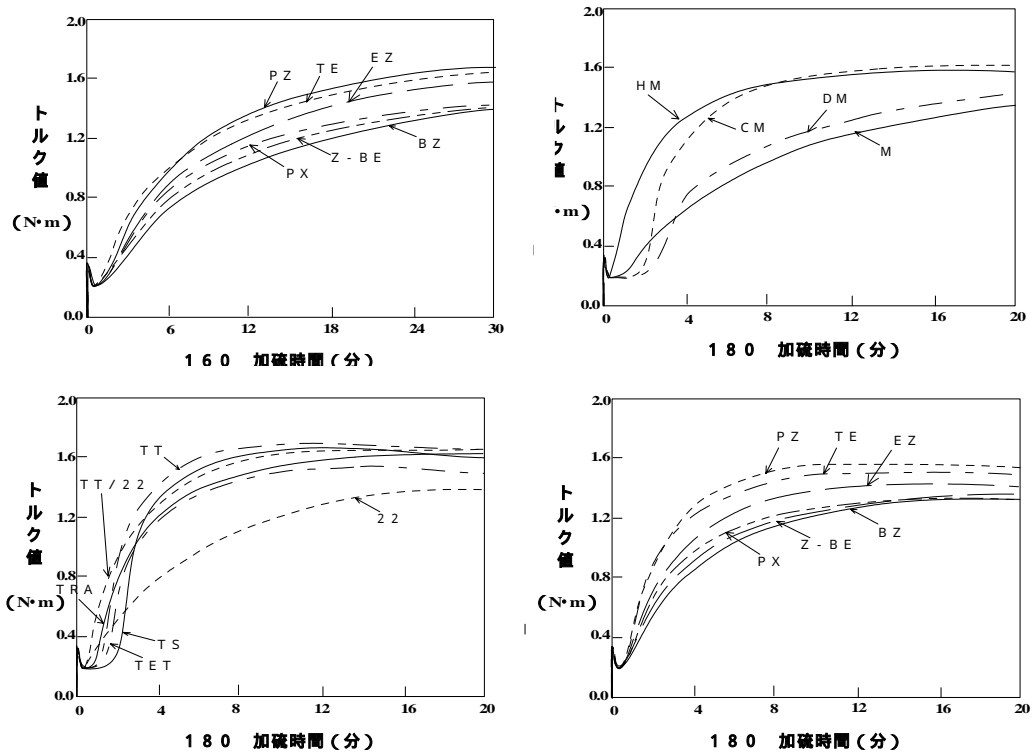


図 - 1 . 各種加硫促進剤のキュラストメーター加硫曲線

### 3 - 2 . 考察

- 1) 低温加硫用の加硫促進剤としては、HM , PX , EZ , TE が良く、特にHMが有効である。
- 2) TTと22の併用は、低温において効果が顕著である。
- 3) TT , TRAなどのチウラム系は、低温では加硫促進効果が弱い。
- 4) 通常の加硫で加硫調整を行う場合、160 での加硫挙動を参考にされたい。

### 4 . 低温加硫系の検討

各加硫促進剤単独の試験において、低温で加硫促進効果の高かった加硫促進剤、および弊社のEPDM用混合促進剤を用いて低温加硫系の検討を行ったので紹介する。

#### 4 - 1 . 試験結果

120および130 での加硫試験結果を表 - 2 に示す。また、キュラストメーター試験での加硫曲線を図 - 2 に示す。

表 - 2 低温加硫系の検討

項目 \ No.		No.					
		2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
サンセラーHM		1.1	1.1	-	-	-	0.5
サンセラー22-C		0.8	0.8	-	-	-	-
サンセラーTT-G		0.7	0.7	-	-	-	-
サンセラーTE		0.7	0.7	-	0.5	-	0.5
サンセラーEZ		0.7	0.7	-	0.5	-	-
サンセラーPX		-	0.7	-	-	-	-
サンセラーEM-2		-	-	4.0	4.0	-	-
サンセラーEM-7		-	-	-	-	4.0	4.0
<u>キュラストメーター試験：V型， = ± 1 ° ， 1 0 0 c p m ， 3 0 分間</u>							
120	t <sub>s0.04</sub> (分)	4.3	4.0	8.0	6.0	3.5	2.3
	t <sub>10</sub> (分)	6.1	5.8	11.9	9.4	4.5	3.3
	t <sub>90</sub> (分)	23.7	23.6	27.1	24.1	25.0	23.7
	t <sub>90</sub> - t <sub>10</sub> (分)	17.6	17.8	15.2	14.7	20.5	20.4
	MH (N・m)	1.55	1.58	1.43	1.69	1.26	1.60
130	t <sub>s0.04</sub> (分)	2.5	2.4	4.3	3.4	2.0	1.3
	t <sub>10</sub> (分)	3.6	3.4	6.7	5.4	2.8	2.0
	t <sub>90</sub> (分)	21.4	21.3	21.9	20.6	23.5	21.2
	t <sub>90</sub> - t <sub>10</sub> (分)	17.8	17.9	15.2	15.2	20.7	19.2
	MH (N・m)	1.76	1.79	1.75	1.93	1.56	1.81
<u>引張試験：130 × 15分間プレス加硫</u>							
TB (MPa)		18.8	19.0	19.2	19.3	20.2	19.7
EB (%)		560	530	670	560	670	550
M <sub>200</sub> (MPa)		4.5	4.7	3.3	4.9	3.3	4.8
M <sub>300</sub> (MPa)		7.6	7.9	5.6	8.1	5.6	8.0
H <sub>s</sub> (JIS,A)		70	70	67	70	67	70
<u>ブルーム性試験</u>							
室温 × 2週間後			~				

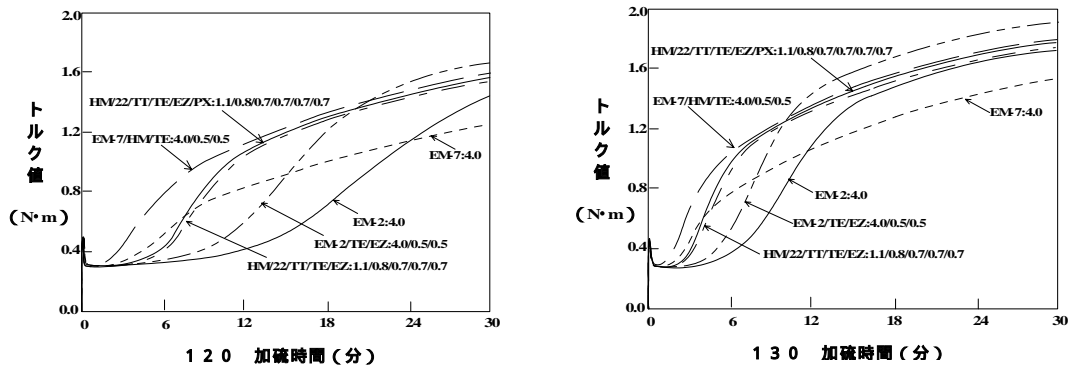


図 - 2 . 低温加硫系のキュラストメーター加硫曲線

#### 4 - 2 . 考察

加硫温度が130 以上では、耐ブルーム性の良好なEM - 2 併用系が良い。それ以下の加硫温度では、EM - 2 併用系で加硫時間を長くするか、加硫の速い低温で加硫促進効果の高かった加硫促進剤を組み合わせた加硫系やEM - 7 併用系が良いが、ブルームする可能性がある。

#### 5 . おわりに

今回、EPDM 配合に使用されている各種加硫促進剤の加硫挙動について基礎的な試験および低温加硫系の検討を行った。本試験結果が、今後、EPDM 配合を設計される上で、なんらかの参考になれば幸いである。