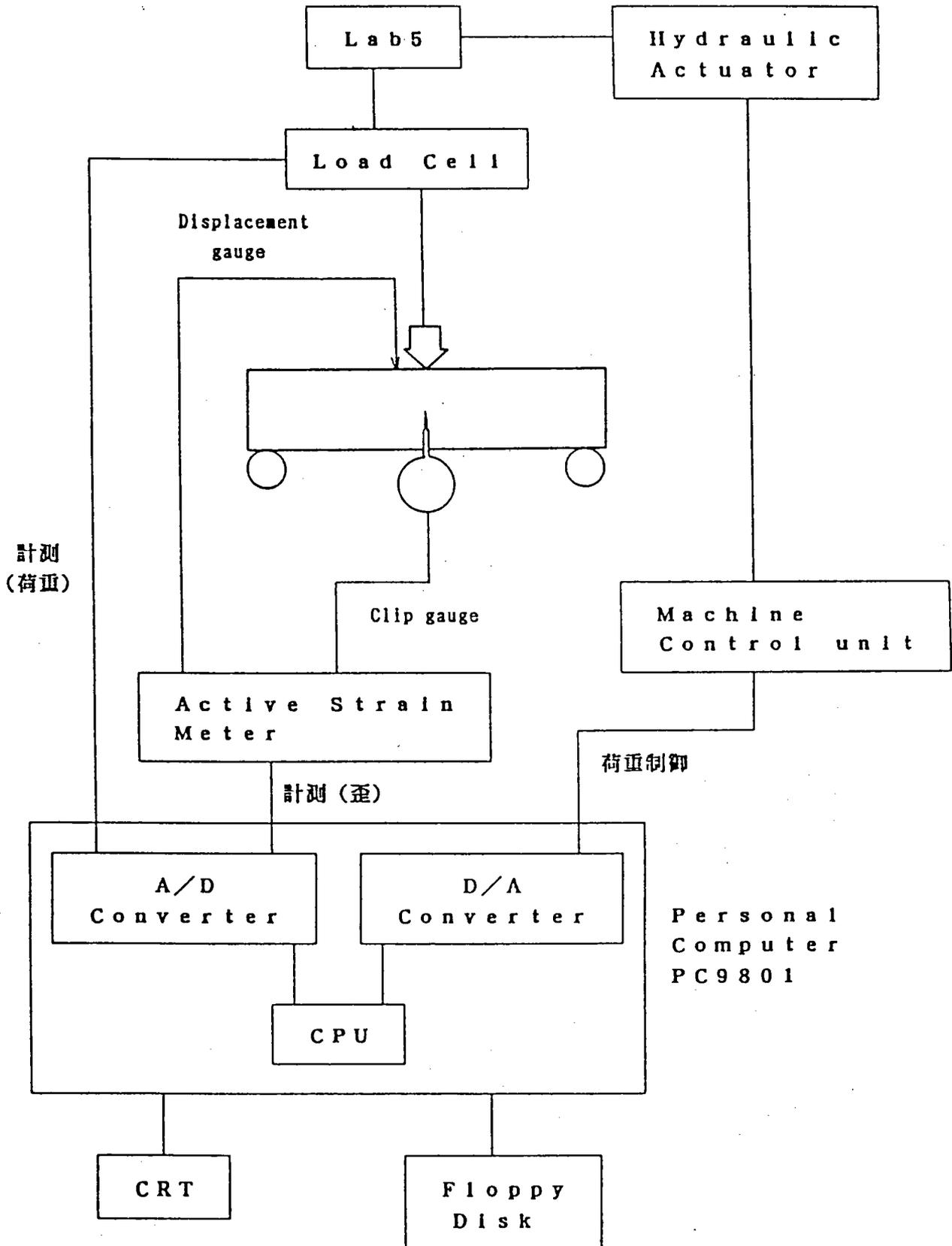


5. 添付資料

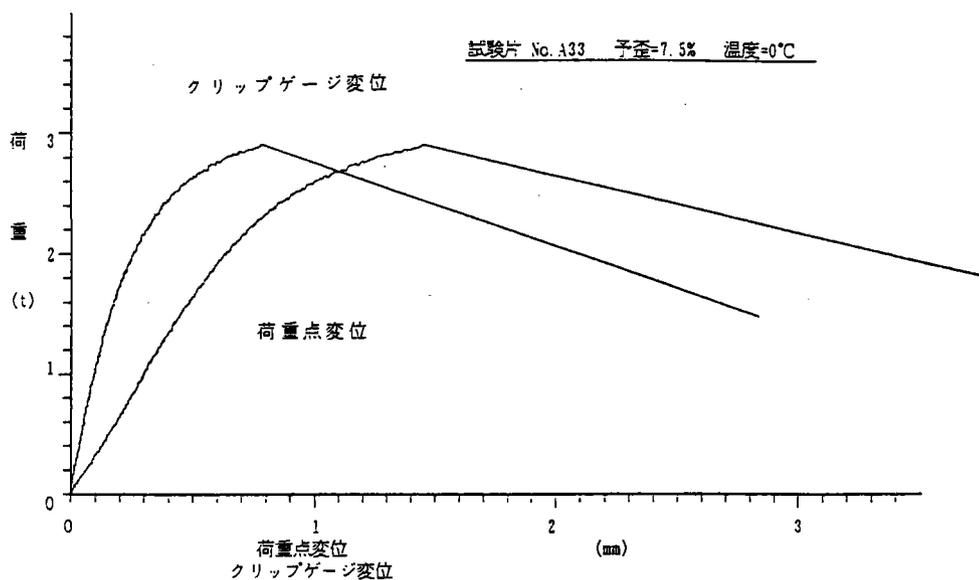
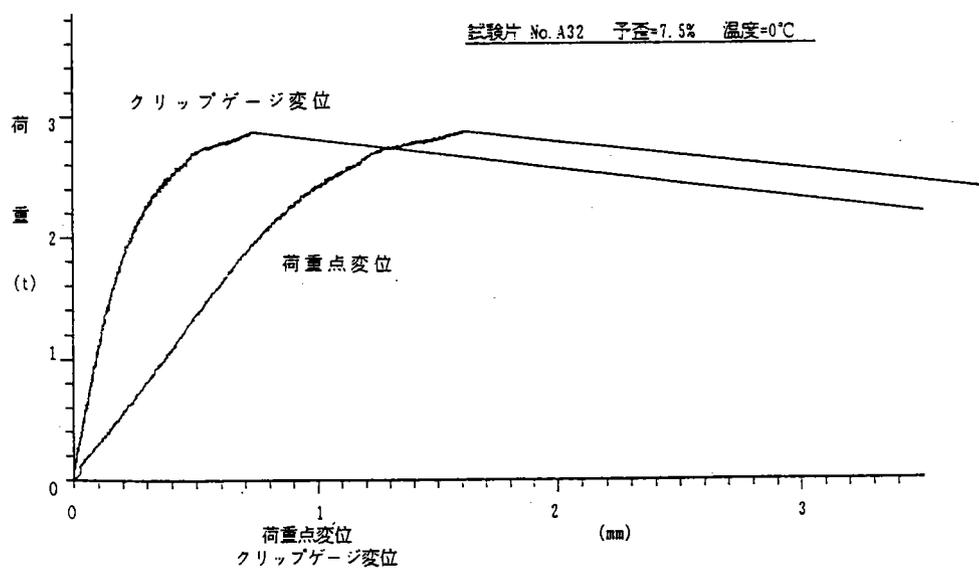
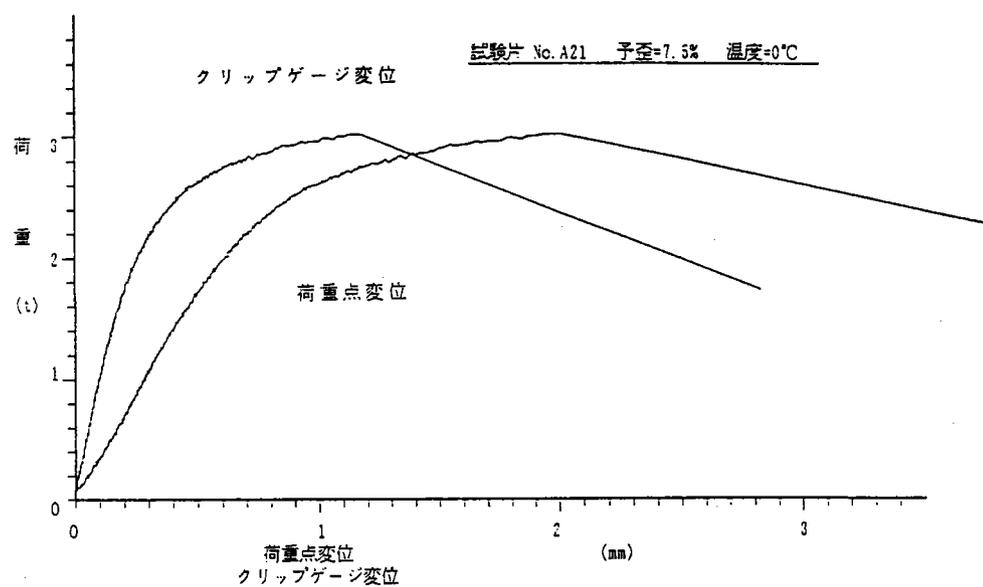
- 5-1 CTOD試験 荷重点変位制御システム・・・・・・・・・・ 33 P
- 5-2 予備試験CTOD試験結果（荷重－荷重点変位）・・・・・・ 34～41 P
- 5-3 本試験CTOD試験結果（荷重－荷重点変位）・・・・・・ 42 P
- 5-4 本試験CTOD試験体の破面写真（SM490YB）・・・・ 43～72 P

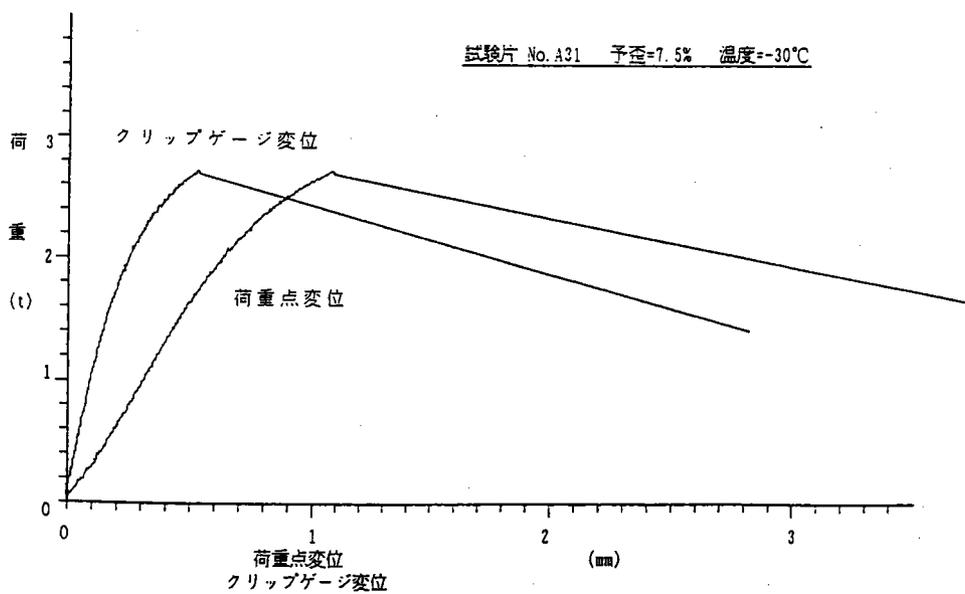
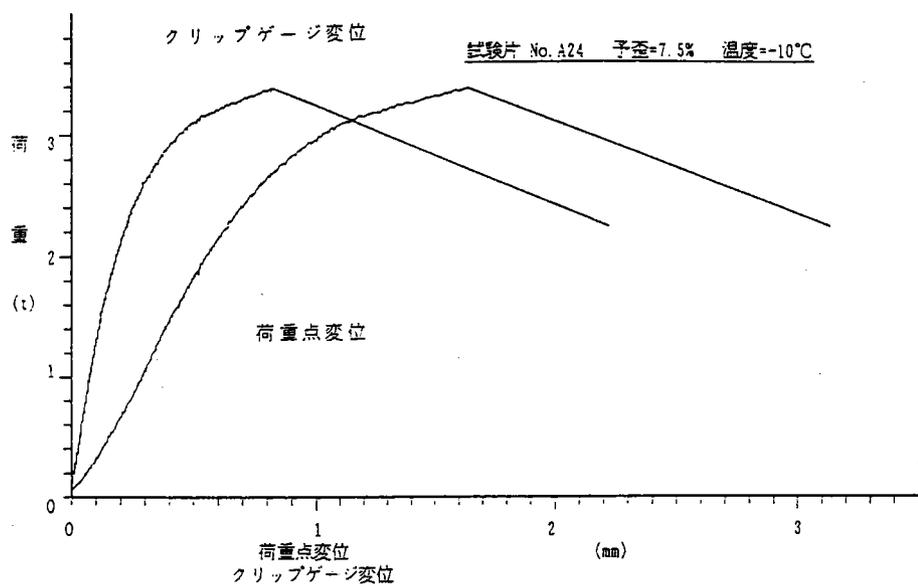
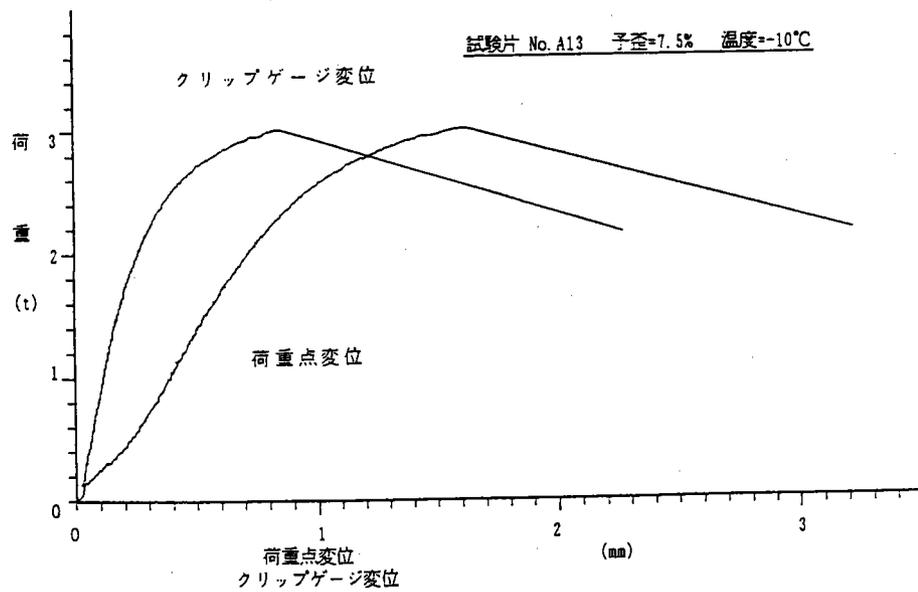
5-1 CTOD試験 荷重点変位制御システム

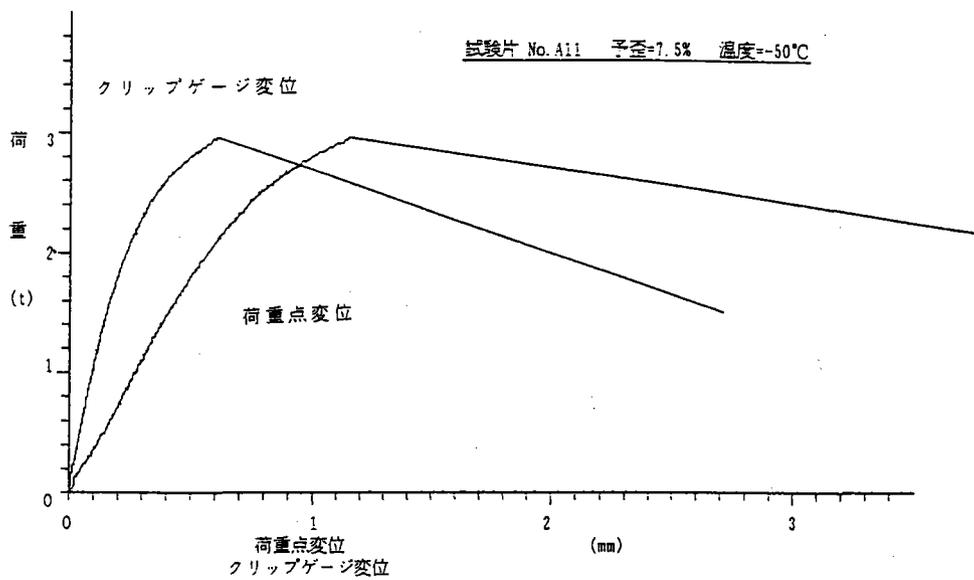
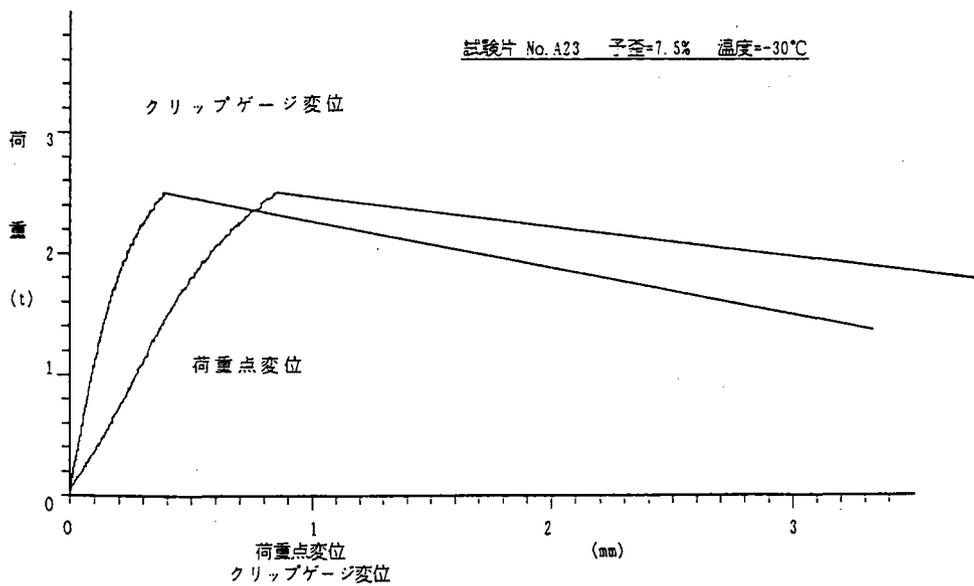
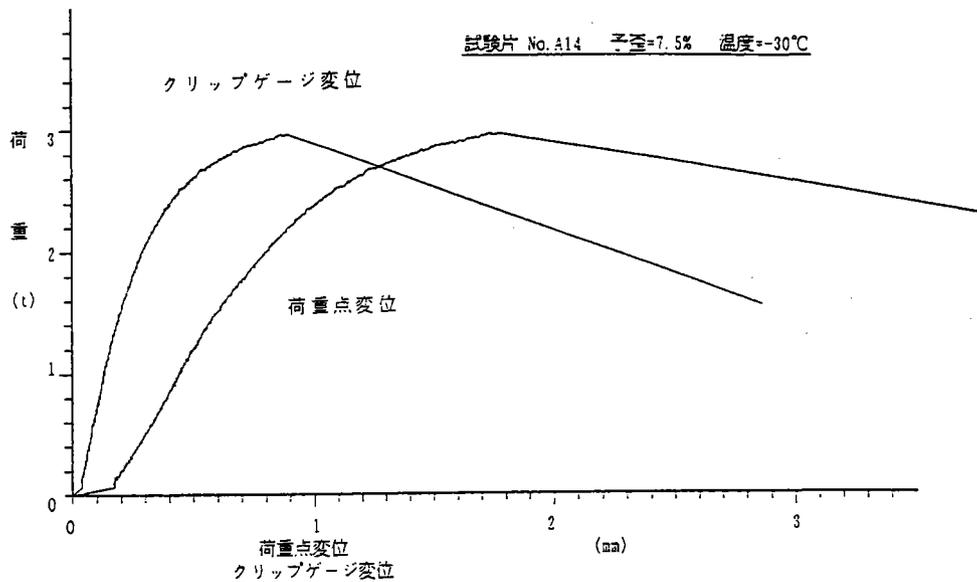
CTOD (3点曲げ) 試験 荷重点変位制御試験システム

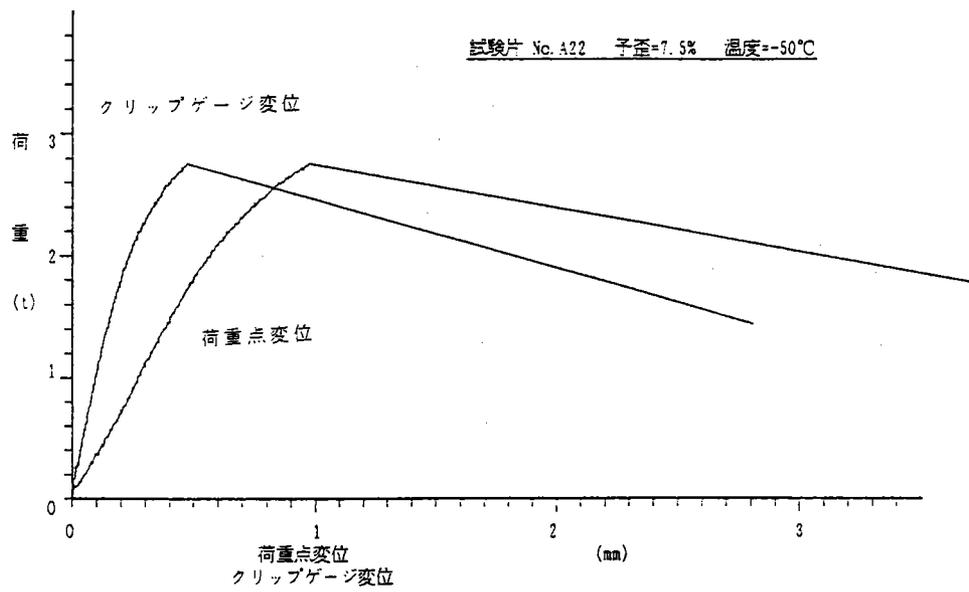
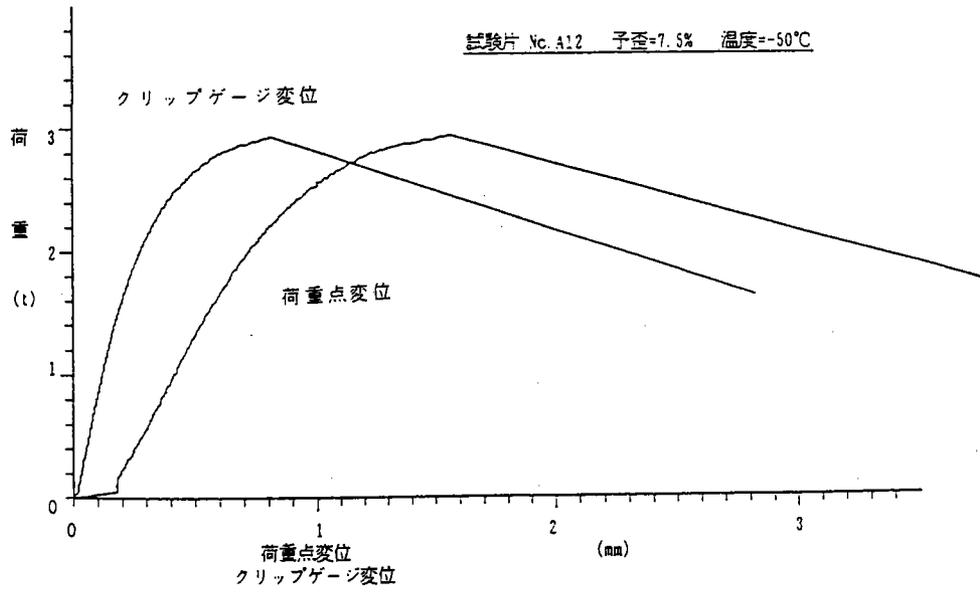


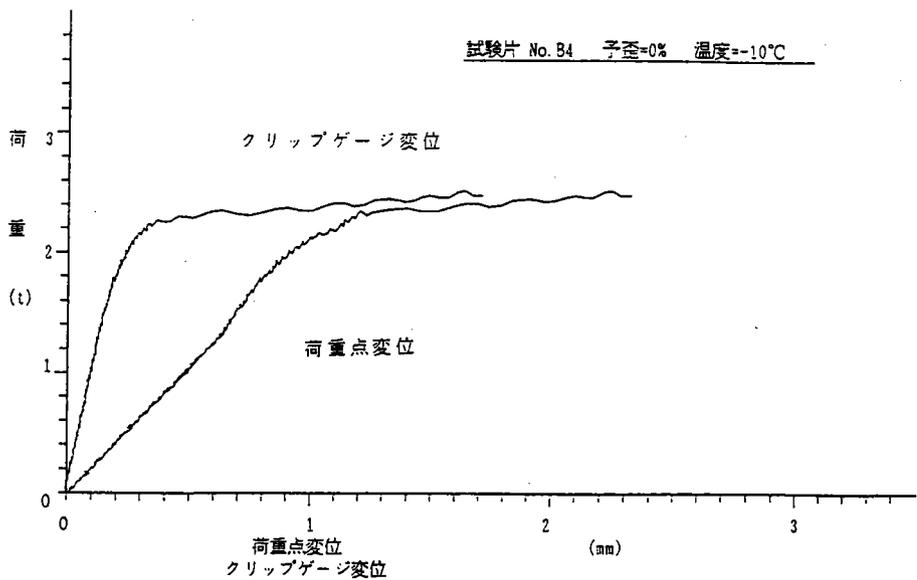
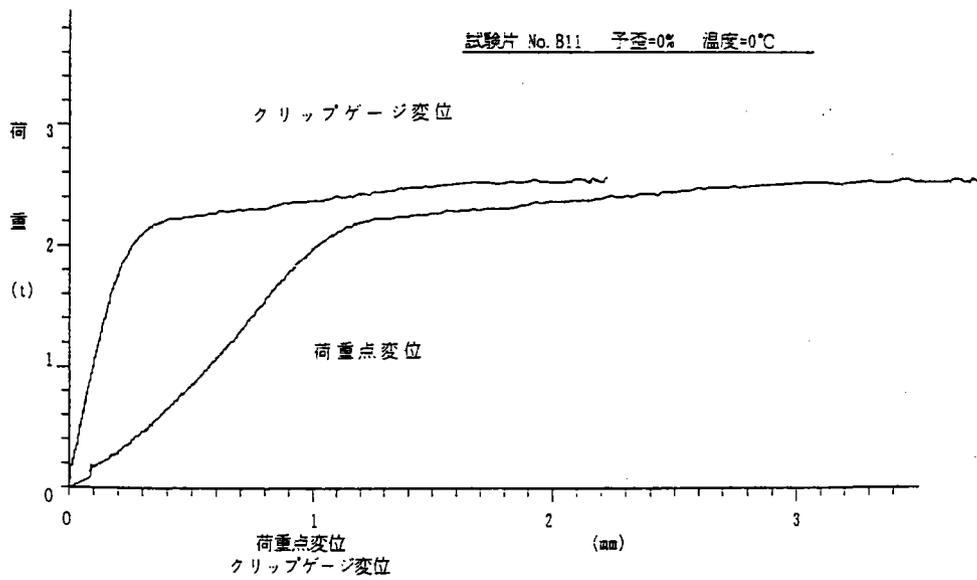
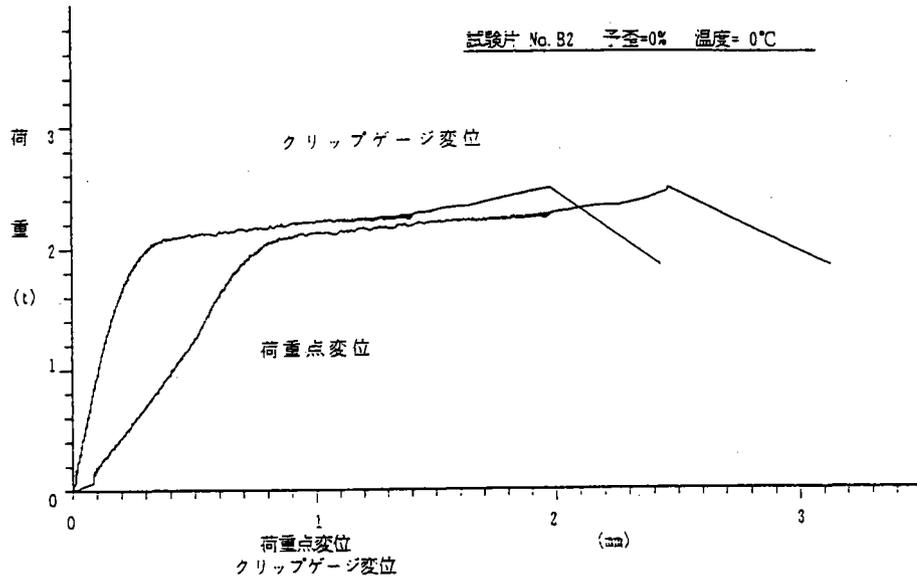
5-2 予備試験CTOD試験結果（荷重－荷重点変位）

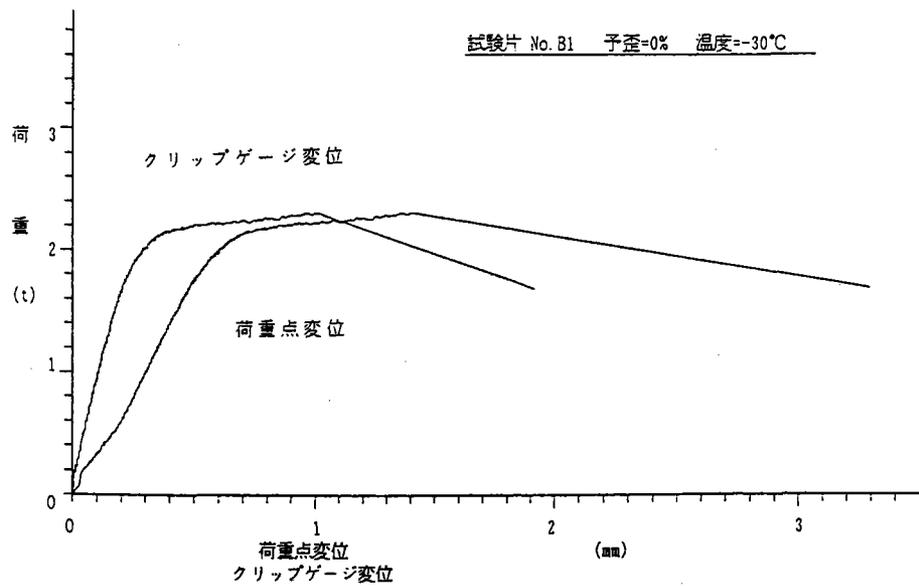
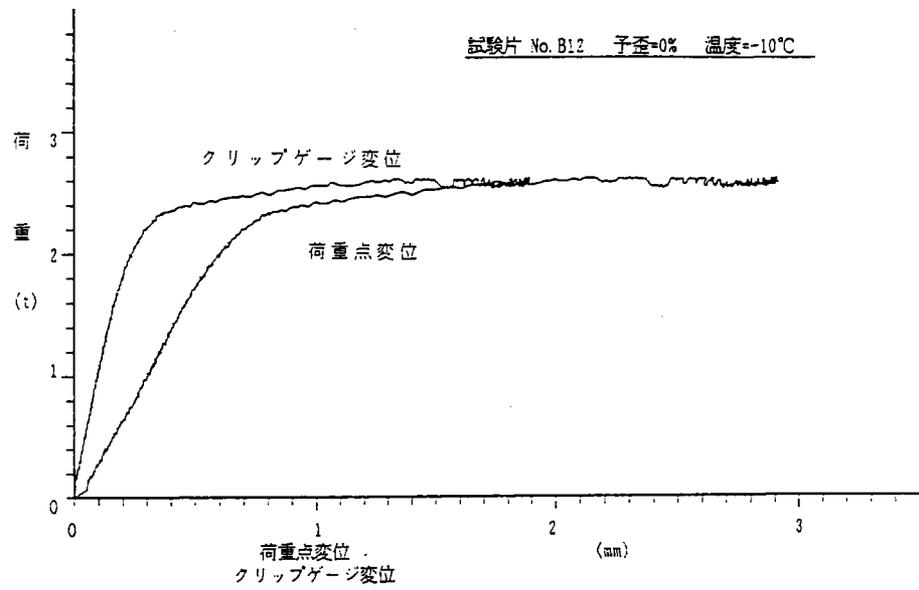
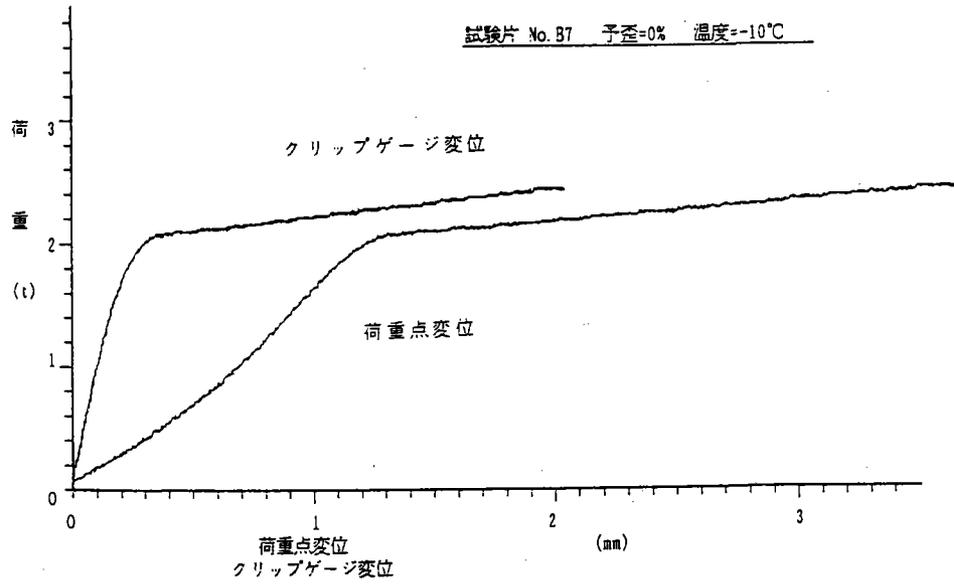


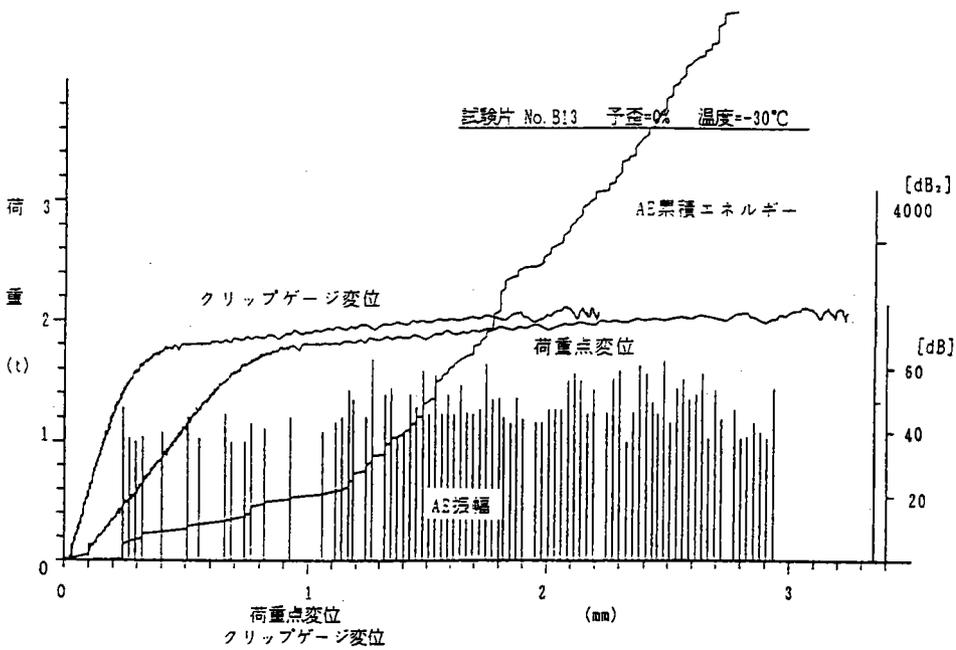
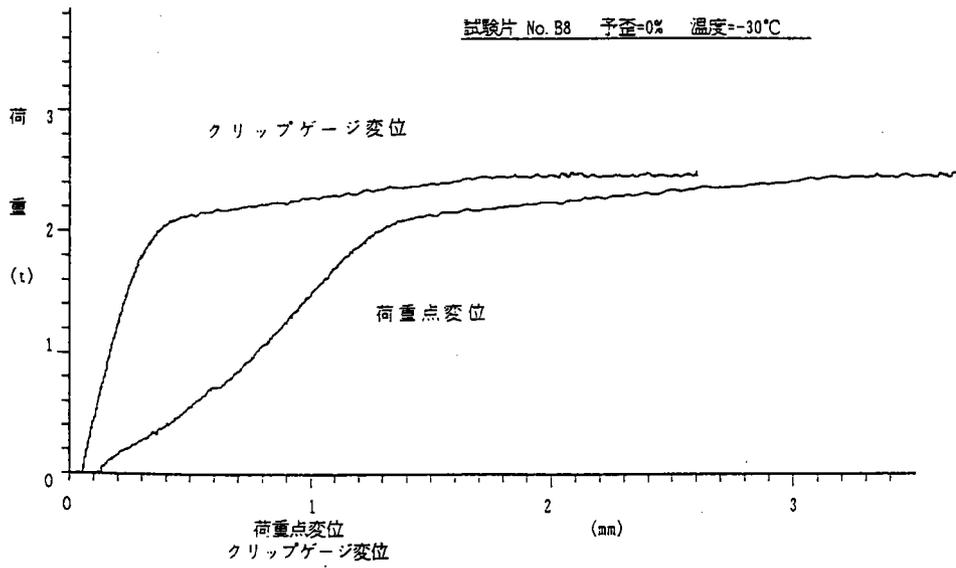
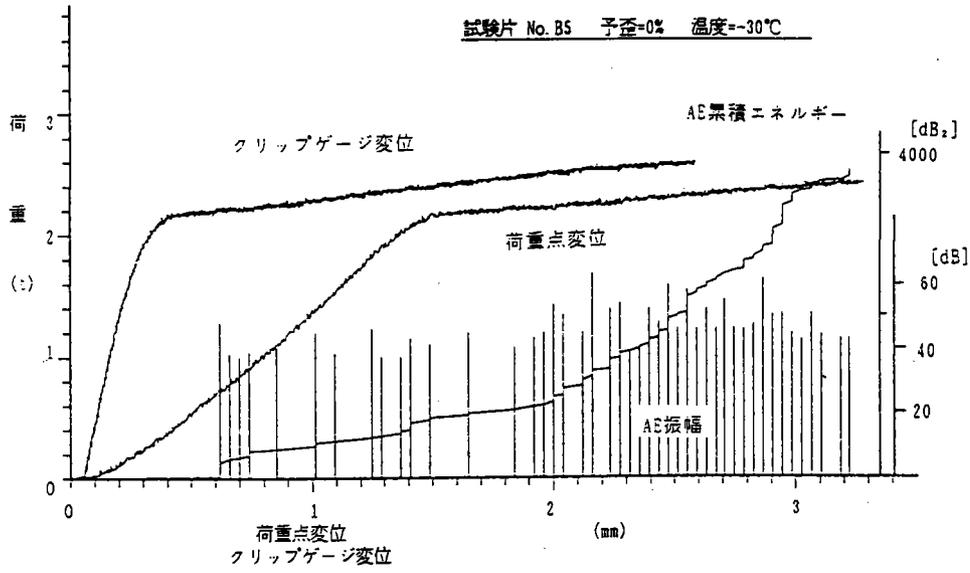


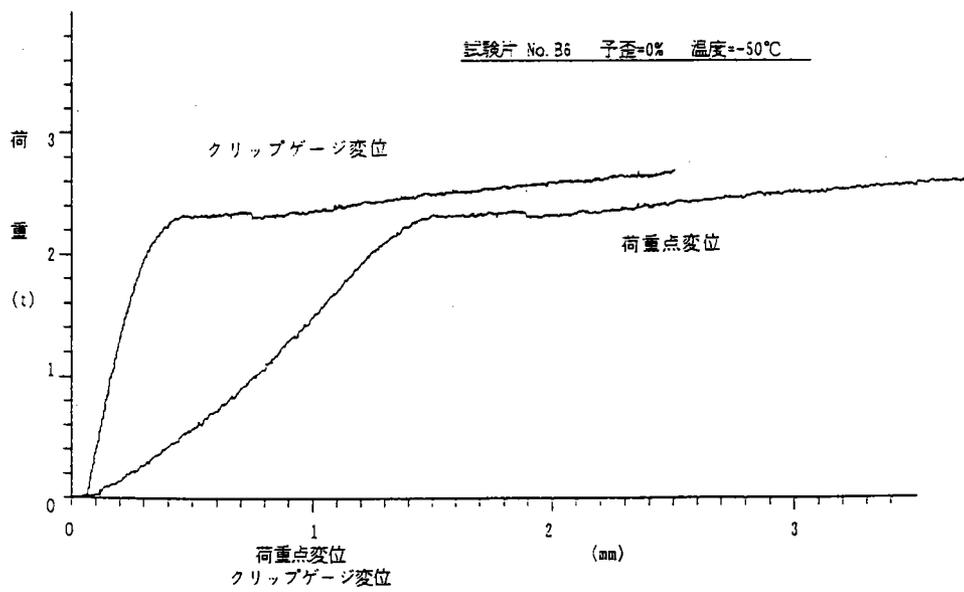
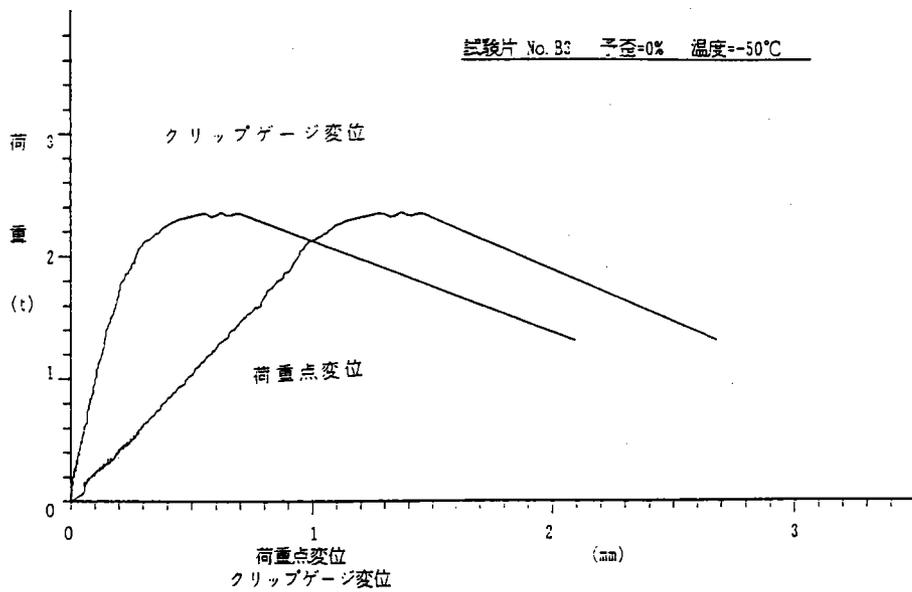




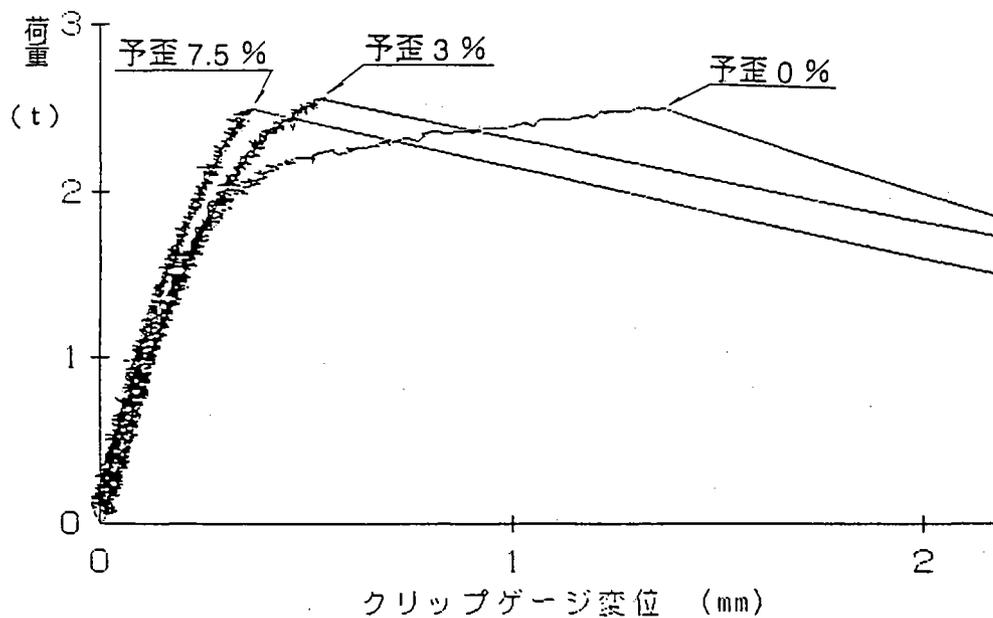
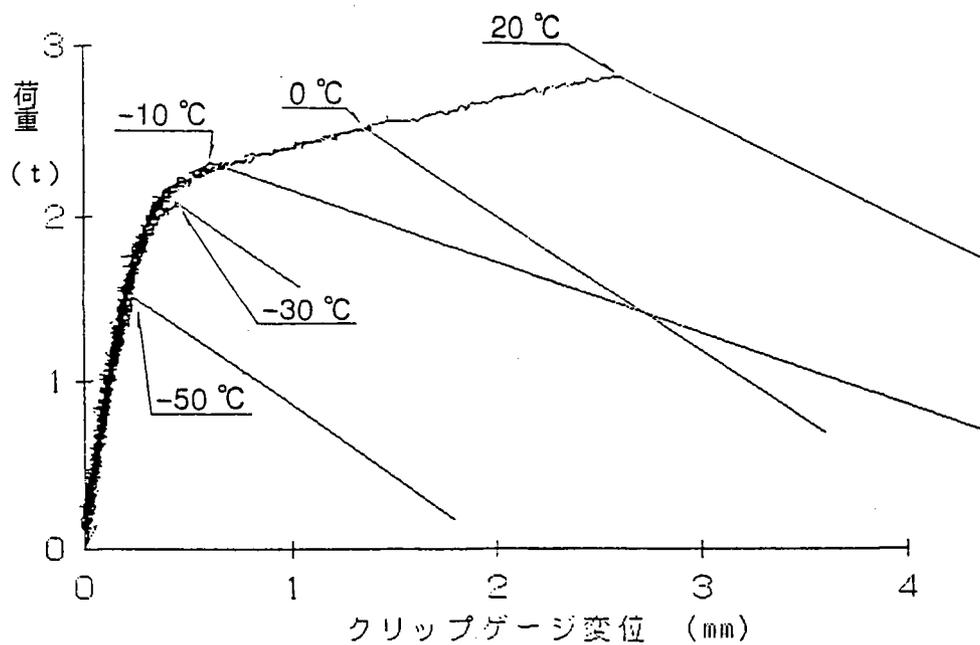








5-3 本試験CTOD試験結果 (荷重-荷重点変位)



5-4 本試験CTOD試験体の破面写真 (SM490YB)

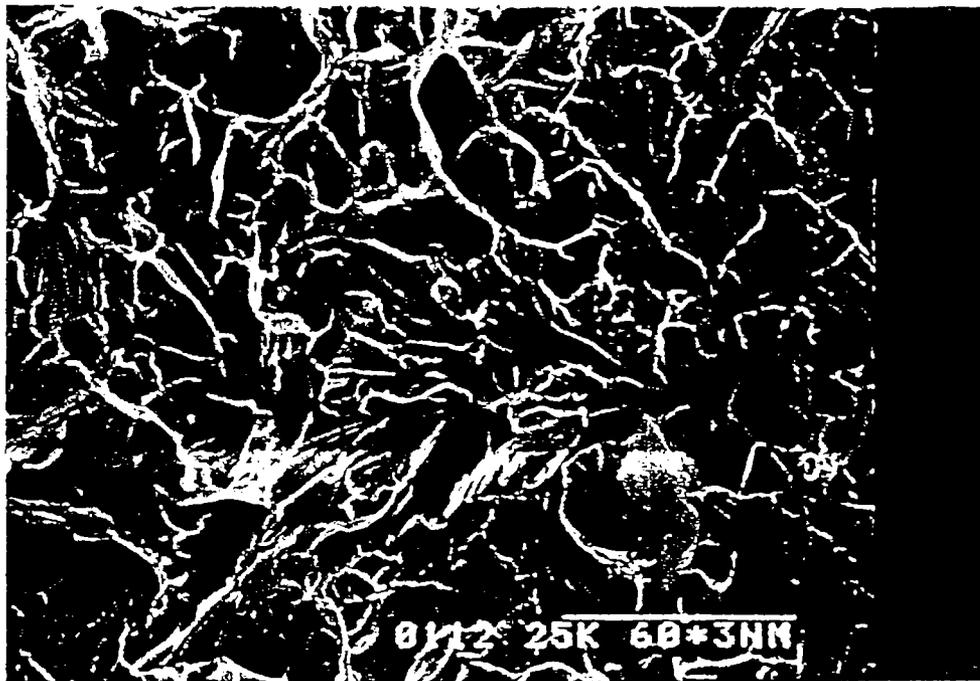


写真3-1a 擬へき開破面 (予ひずみ0%材)

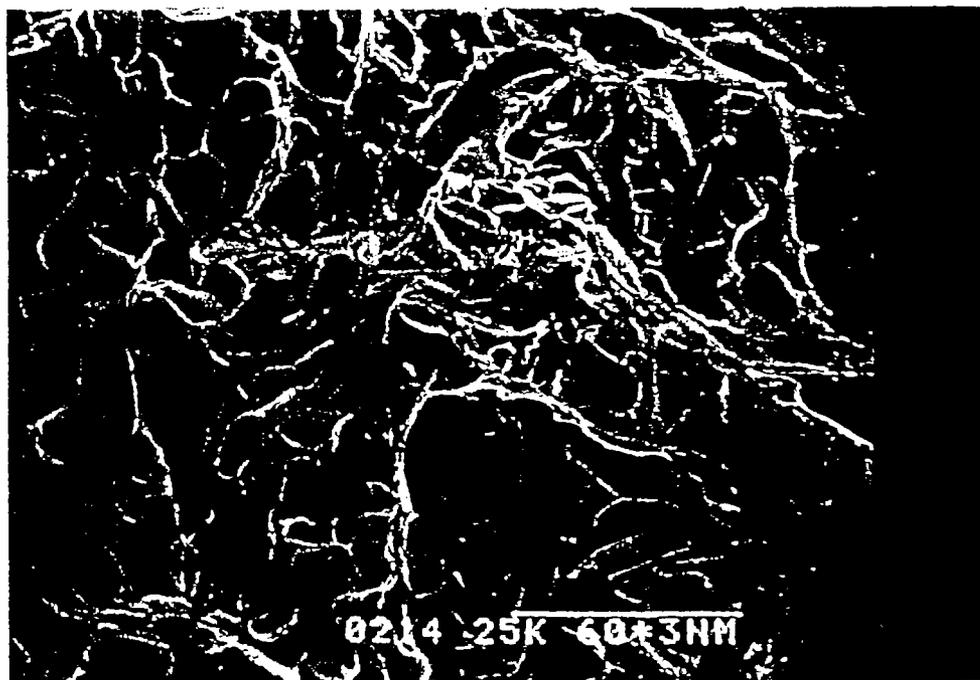


写真3-1b 擬へき開破面 (予ひずみ3%材)

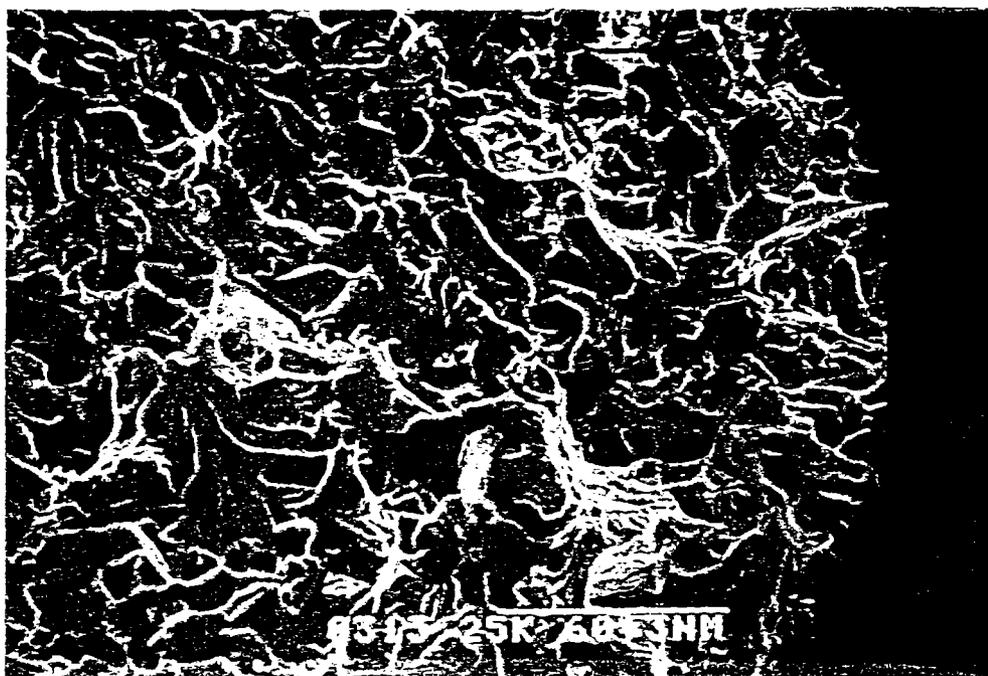


写真 3 - 1 c 擬へき開破面 (予ひずみ 7.5 %材)

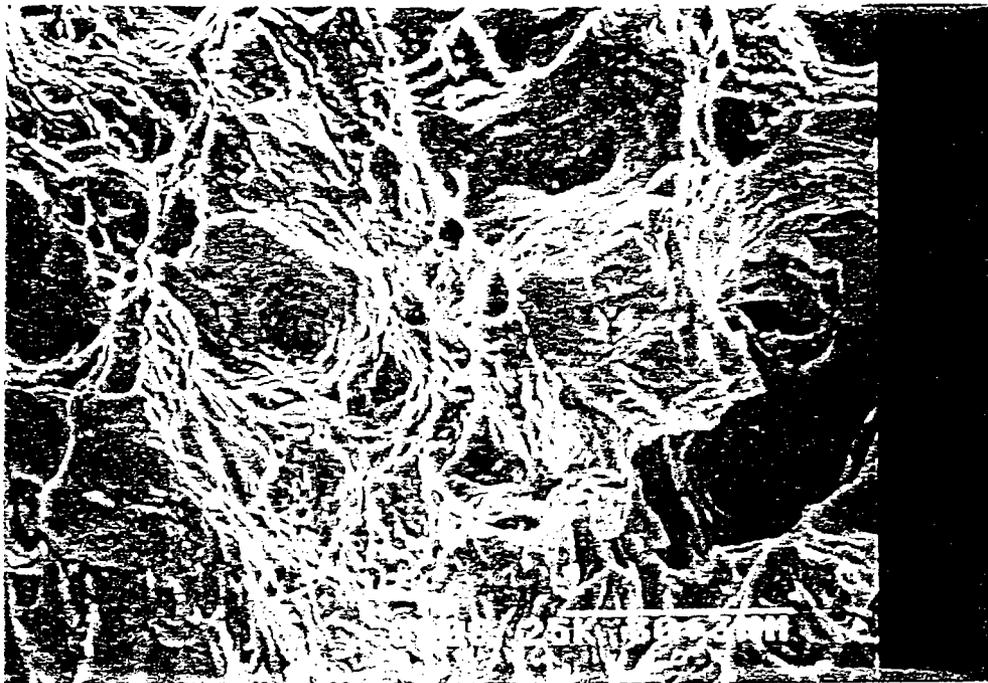


写真3-2 予ひずみ0%材におけるディンプル



写真3-3 よひずみ3%材における粒界破面

調査結果、今日の橋梁ではSM490Y材が重量比で約50%を占め、SS400が30%程度使用されている事が分かった。シャルピー値の規定がある鋼材（B、C）は33%程度を占めることが分かった。

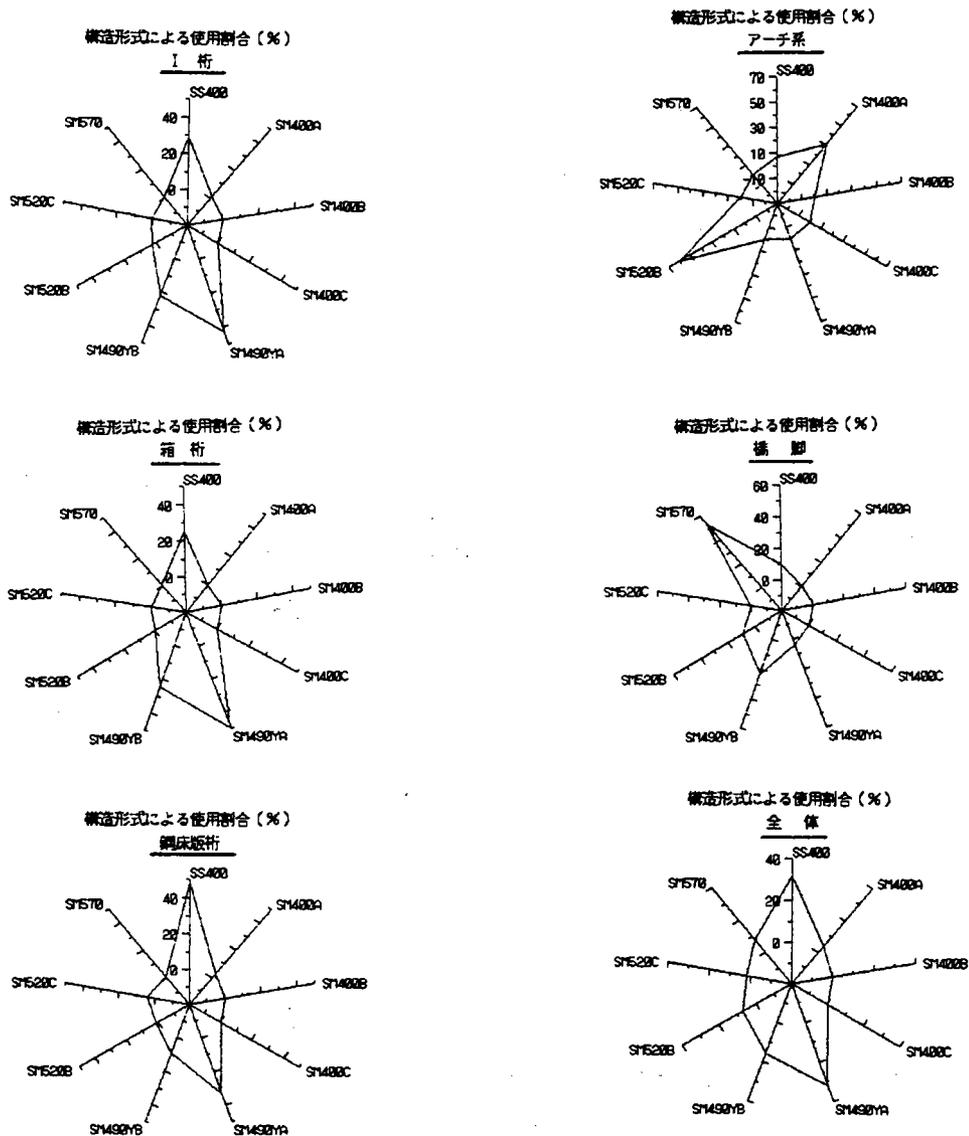
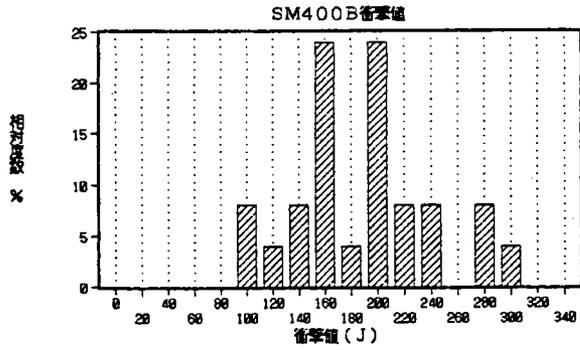


図 2-1 構造形式による各種鋼材の使用割合

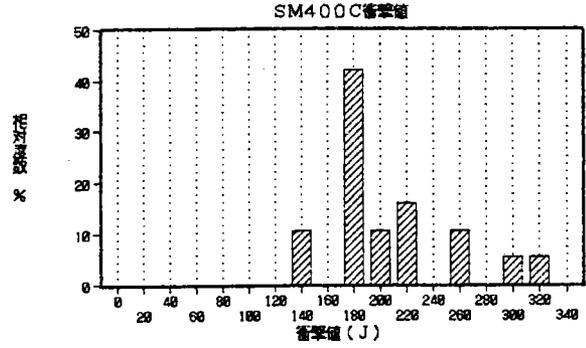


シャルピー値平均 : 197.5J

標準偏差 : 51.3J

資料数 : 25

① SM400B

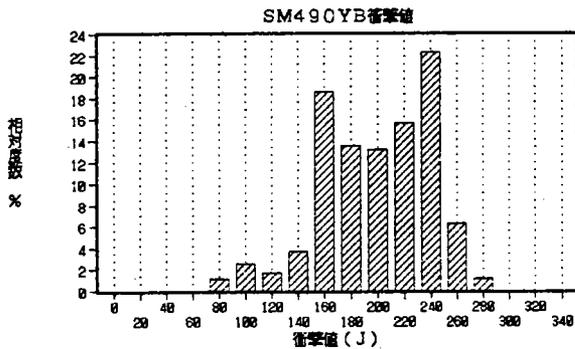


シャルピー値平均 : 215.3J

標準偏差 : 47.8J

資料数 : 19

② SM400C

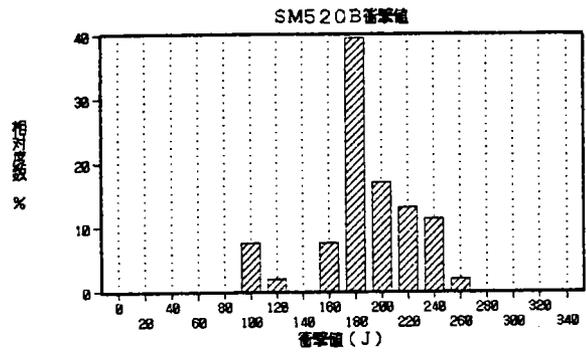


シャルピー値平均 : 208.0J

標準偏差 : 41.3J

資料数 : 537

③ SM490YB

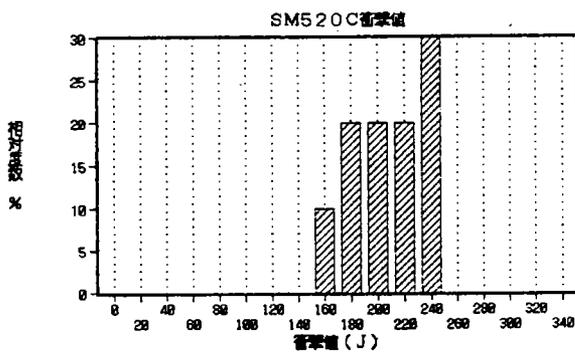


シャルピー値平均 : 197.3J

標準偏差 : 37.2J

資料数 : 53

④ SM520B

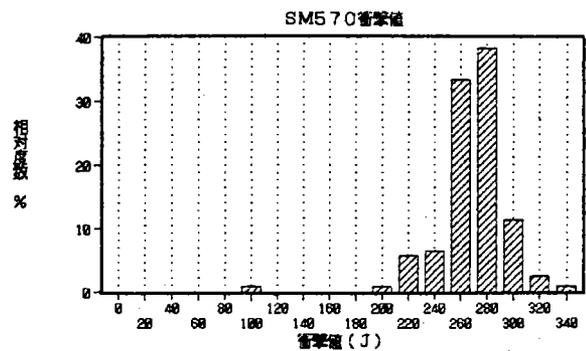


シャルピー値平均 : 218.0J

標準偏差 : 28.7J

資料数 : 10

⑤ SM520C



シャルピー値平均 : 278.4J

標準偏差 : 27.8J

資料数 : 123

⑥ SM570Q

図 2-2 各種鋼材のシャルピー値 (調査結果)

表 2-7 板厚毎のシャルピー値調査結果 (SM490YB)

鋼板板厚	シャルピー値 (最低～最高)	板枚数	備考
17	119 ~ 295J	19	
18	100 ~ 263J	73	
19	87 ~ 286J	106	
20	110 ~ 267J	19	
21	95 ~ 246J	28	
22	110 ~ 277J	76	
23	115 ~ 277J	15	
24	130 ~ 256J	24	
25	145 ~ 271J	49	
26	163 ~ 266J	16	
27	160 ~ 266J	15	
28	155 ~ 295J	51	
29	168 ~ 279J	3	資料不足
30	170 ~ 260J	18	
31	160 ~	1	資料不足
32	166 ~ 267J	24	

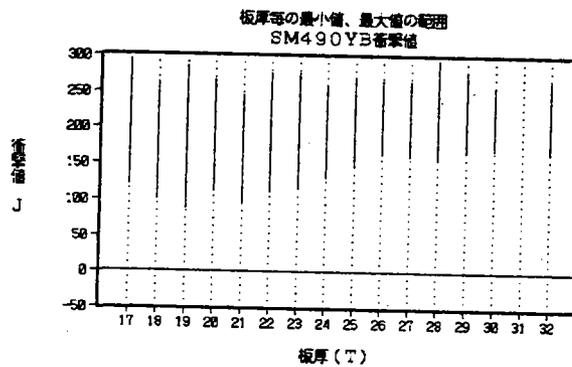


図 2-3 シャルピー値分布範囲 (SM490YB)

表 2-8 同一鋼塊でのシャルピー値の分布状態 (SM490YB)

衝撃値分布 (J)	A社	A社	A社	A社	A社	B社	C社	D社	D社	D社	備考
衝 撃 値	0-19										
	20-39										
	40-59										
	60-79										
	80-99		1								
	100-119	7	1								
	120-139		2								
	140-159		1		2						
	160-179		1	9		17					
	180-199			9	4						
	200-219	3		13	7						
	220-239			8			12	1	3	8	11
	240-259			1				2	11	45	21
	260-279							2			11
	280-299										
	300-319										
320-339											
340-359											
板枚数 (枚)	10	6	40	13	17	12	5	14	53	43	213
重量 (kg)	40327	21322	94885	49164	38619	30934	37552	25623	224139	212038	774603
板厚 (mm)	18~22	18~23	19~32	19~22	17~27	18~24	20~28	22~30	18~30	22~30	17~32

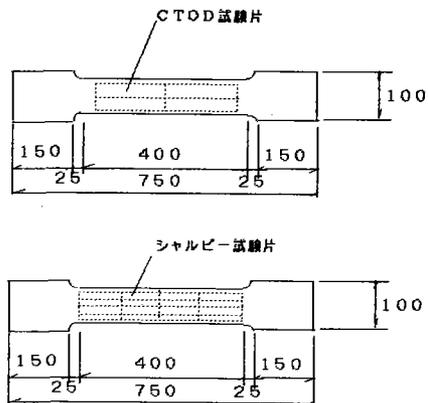


図 3-2 試験片採取位置 (大型試験片)

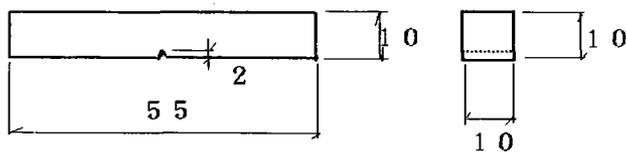


図 3-3 シャルピー試験片形状 (JIS Z 2202)

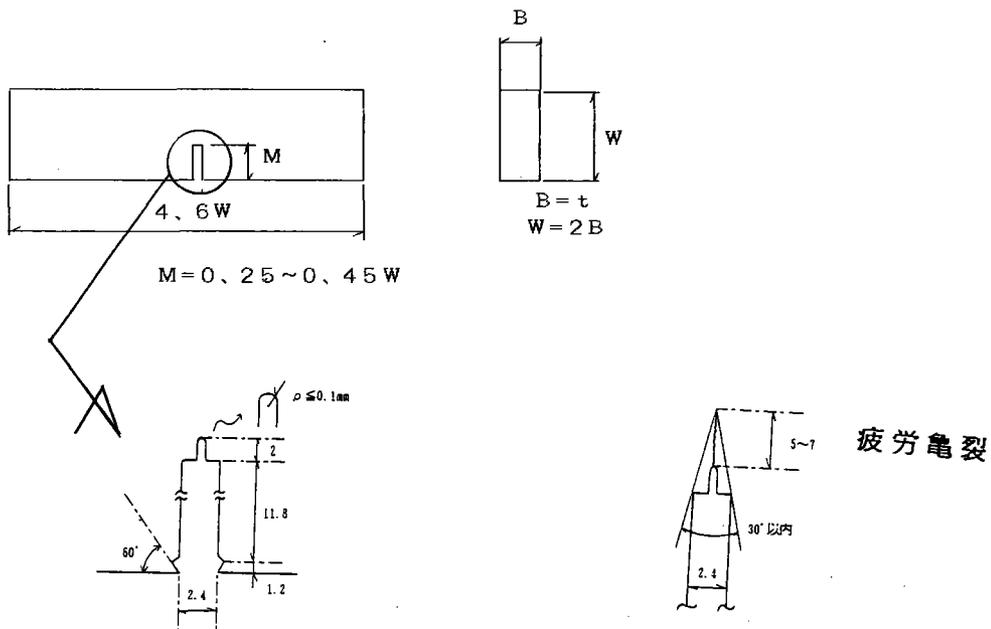


図 3-4 CTOD試験片形状 (BS 5762-1979)

CTOD試験片への疲労亀裂導入、ならびにCTOD試験概要については添付資料参照。

3-4 試験結果

予備試験、本試験結果は以下の通り。

3-4-1 予備試験結果

SM490YB材における、0%および7.5%歪材の試験結果は以下の通り。

(1) シャルピー試験結果

予歪7.5%の歪時効材のVEの落ち幅は、 -25°C 以上において30~40%程度であり -27°C 以上で27.5Jを満たしている。

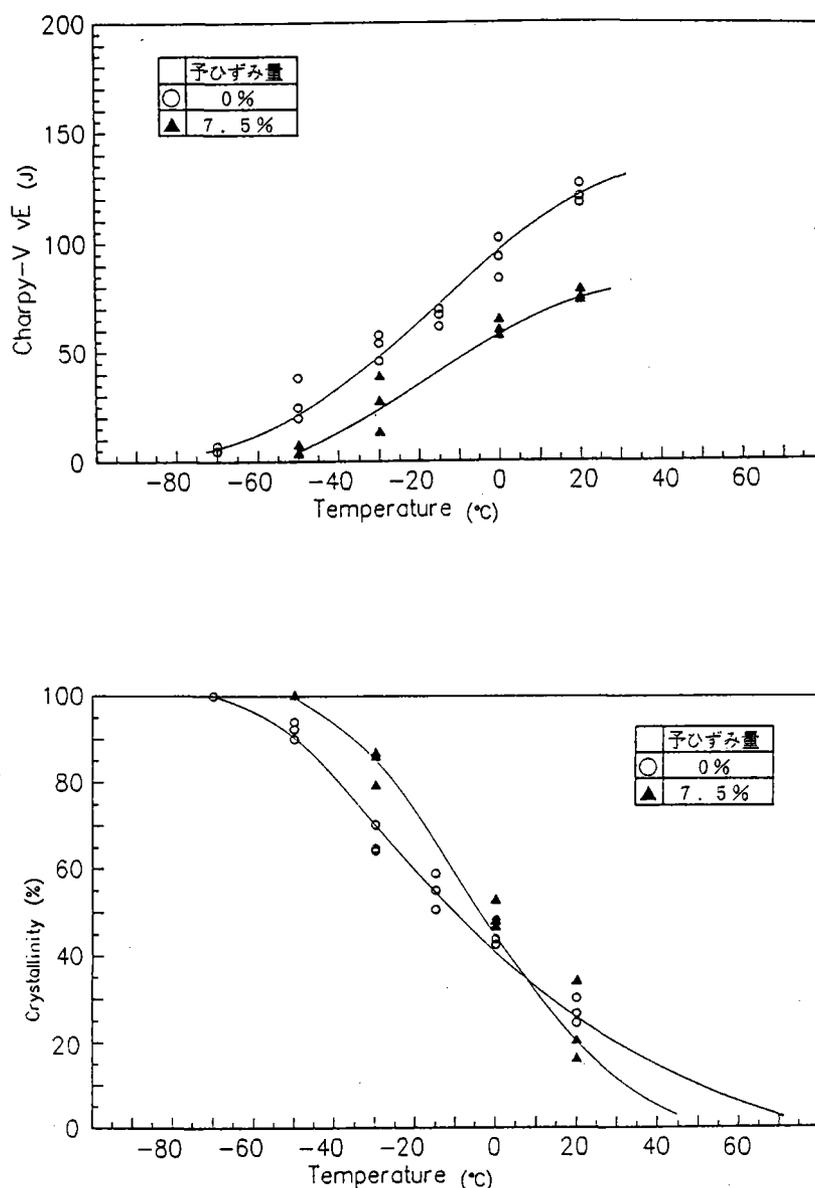


図3-5 シャルピー試験結果（予備試験結果）

(2) CTOD試験結果

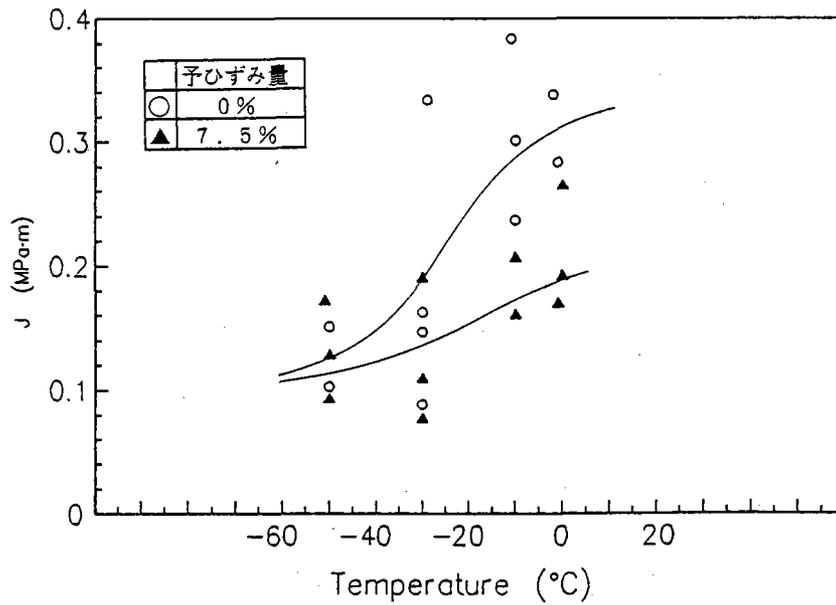
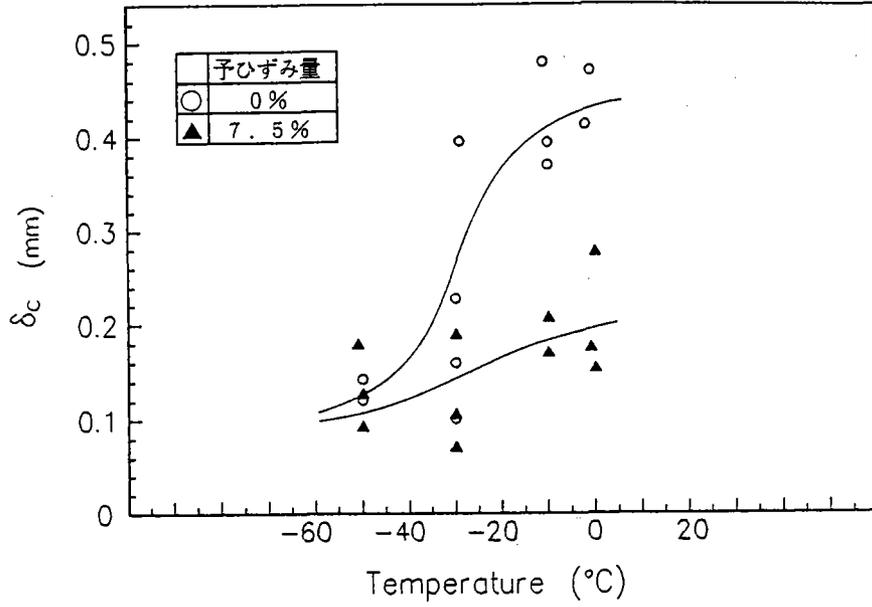


図3-6 CTOD試験結果(予備試験結果)

個々のCTOD試験(荷重-荷重点変位)結果は巻末資料参照

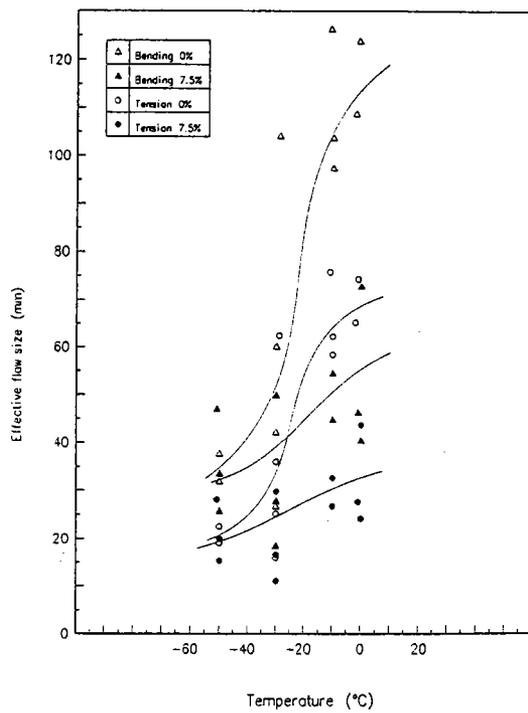


図 3-7 許容最大欠陥特性寸法 (予備試験結果)

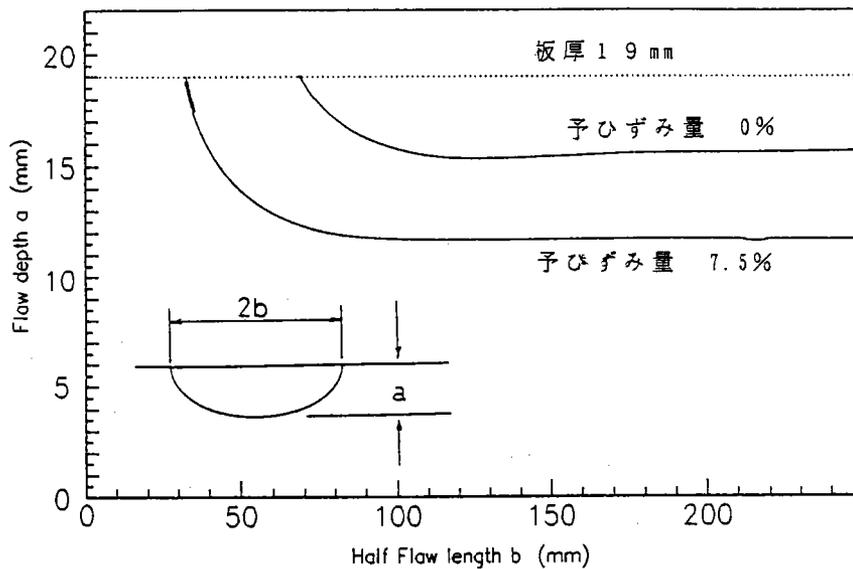


図 3-8 許容表面欠陥寸法 (予備試験結果)

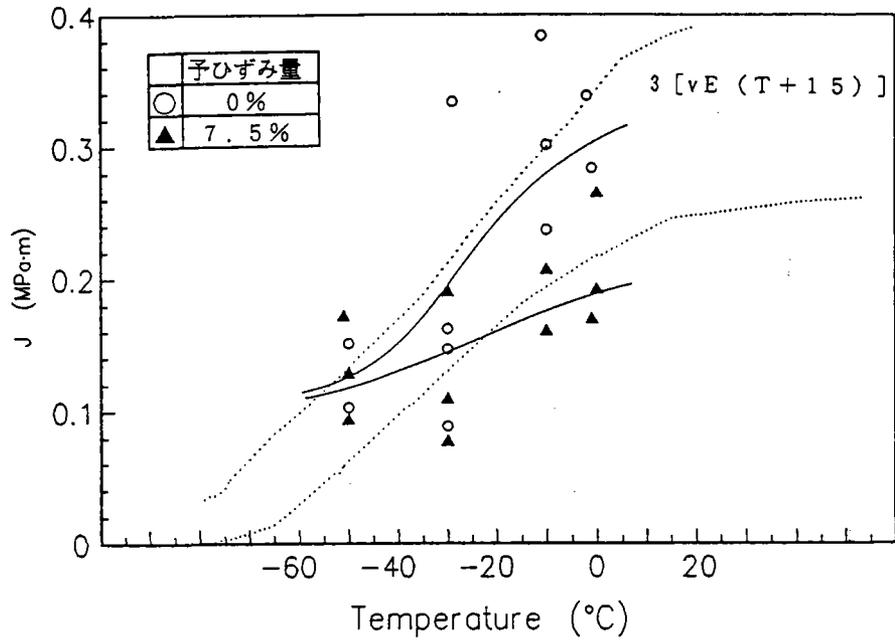


図 3-9 RTWの相関式によるJ遷移曲線シフト図(予備試験結果)

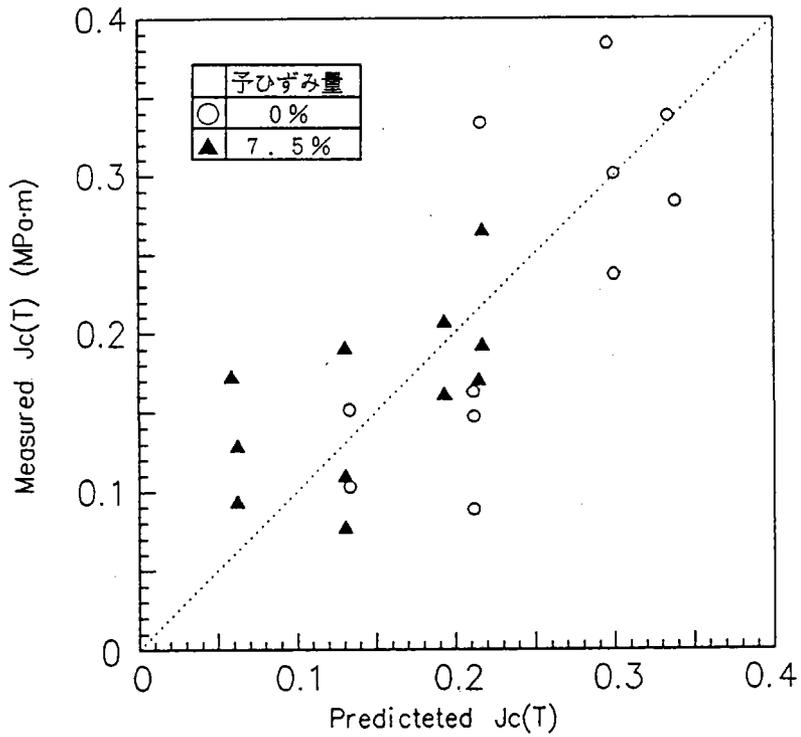


図 3-10 RTWの相関式によるJの試験値-推定値(予備試験結果)

3-4-2 本試験結果

(1) シャルピー試験結果

シャルピー値においてSM490YBは、素材時のシャルピー値が非常に低い事もあって、3.0%、7.5%歪では規定値(27.5J)を満足出来なかった。SM400Bは、平均的なシャルピー値より低めの材料であったが、歪量7.5%でも十分規定値を満足した。また、両鋼材とも余歪の増加につれて、遷移曲線が高温側に移動しており、歪時効による靱性の低下が認められた。

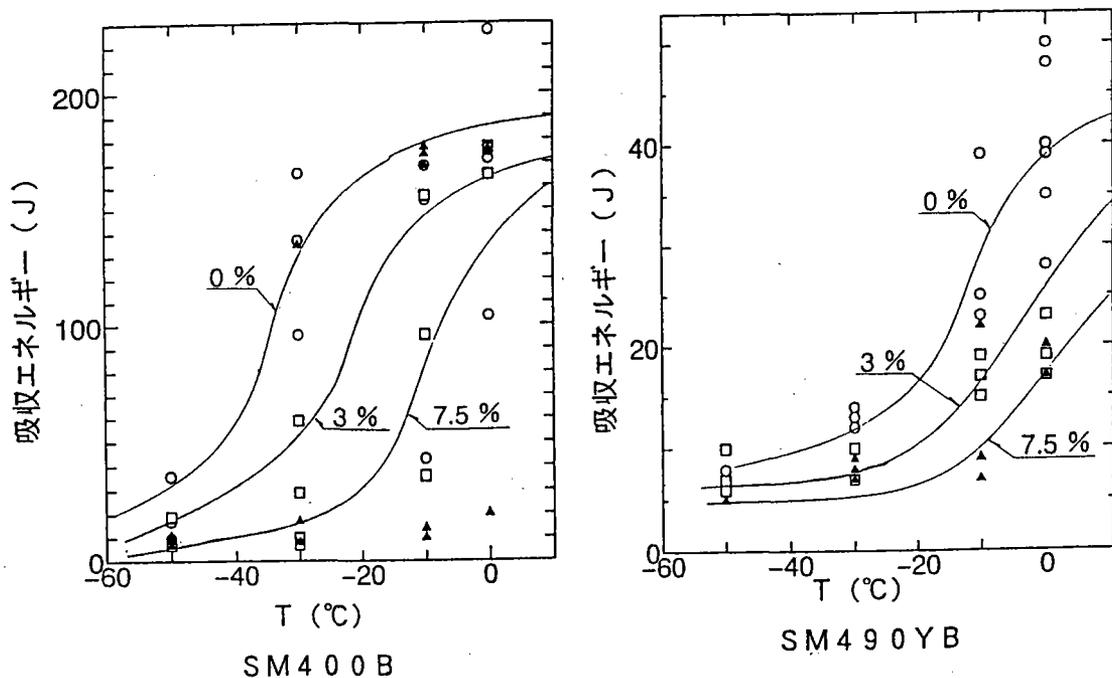


図 3-11 シャルピー吸収エネルギー—温度曲線

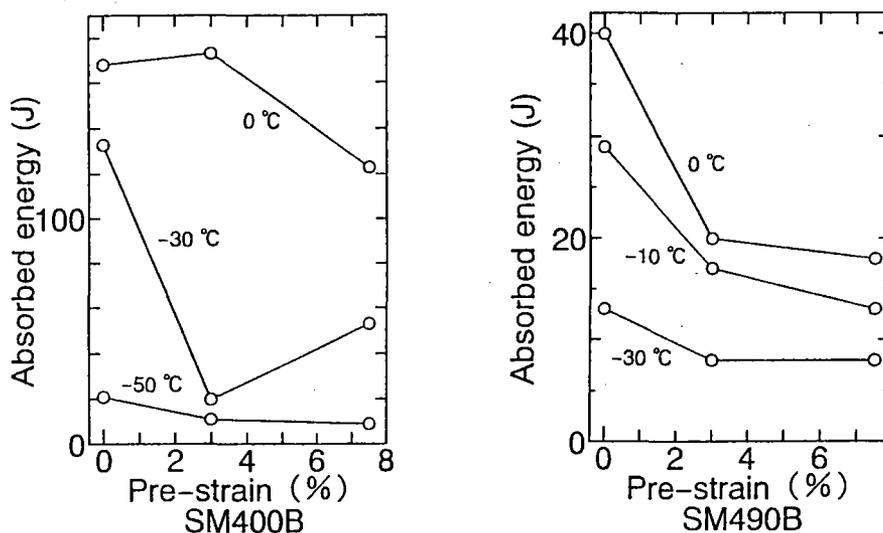


図 3-12 予歪とシャルピー吸収エネルギーの関係

(2) CTOD試験結果

CTOD値の規定値は、図3-13、-14に示す。海洋構造物に関する規定の「API RP 2Z」では溶接熱影響部で試験温度 -10°C で 0.25mm 以上を要求しているが、SM400Bはほぼ上回っているが、SM490YBは大きく下回った結果となった。またシャルピー試験結果同様に余歪の量にしたがって遷移曲線の高温側へのシフトが認められた。なお歪時効はシャルピー試験より明確に現れており、両鋼材とも3%歪で靱性値が急激に低下し、3~7%での低下率は小さい。

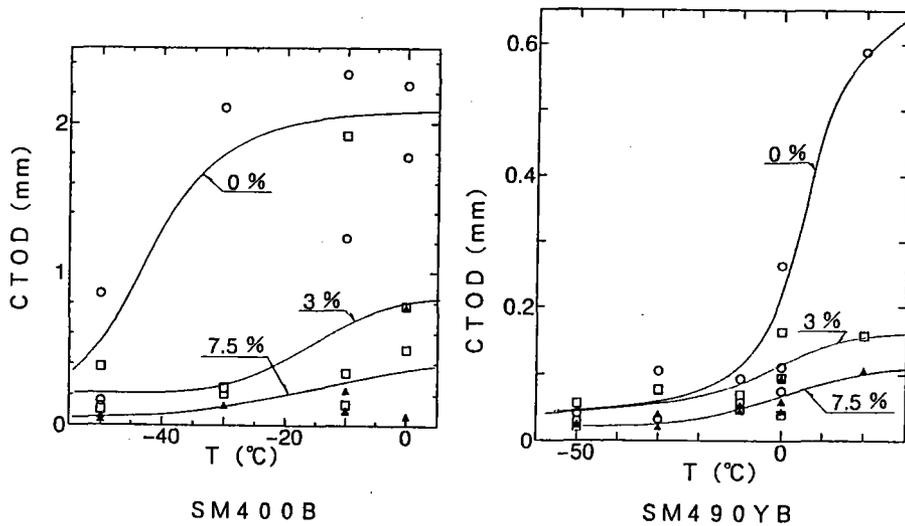


図 3-13 CTOD-温度曲線

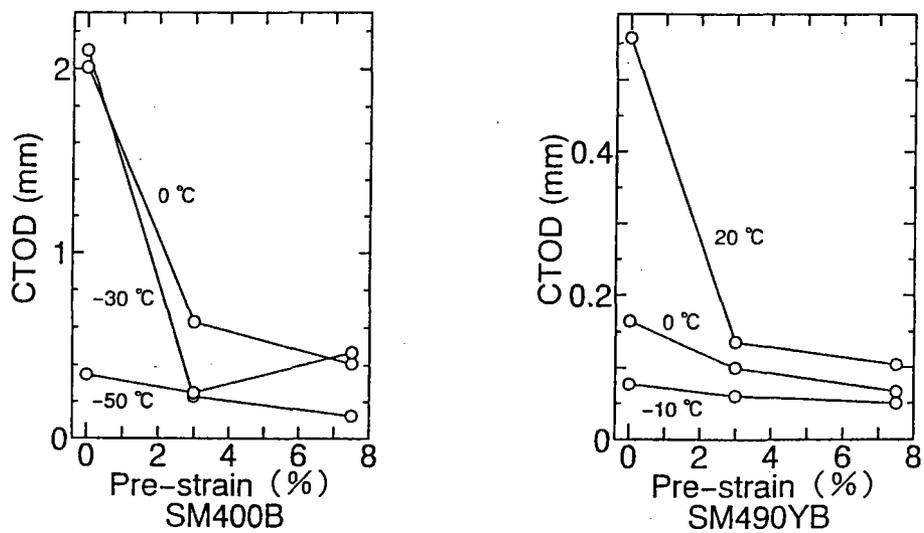
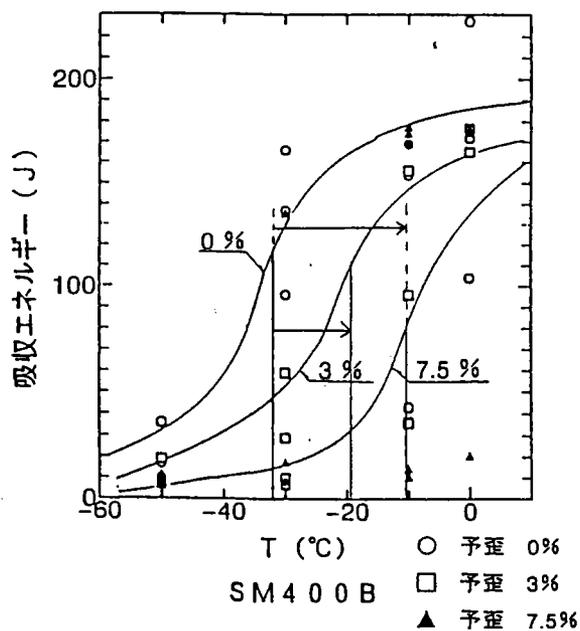


図 3-14 予歪量とCTODの関係

個々のCTOD試験（荷重-荷重点変位）結果は巻末資料参照

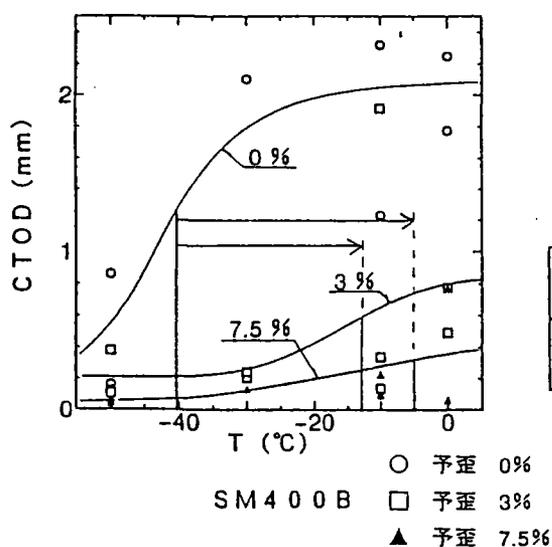


遷移温度の上昇量

	予歪3%	予歪7.5%
SM400B	13°C	22°C

シャルピー吸収エネルギー遷移曲線

図 3-15 歪時効による遷移温度の上昇 (シャルピー試験)

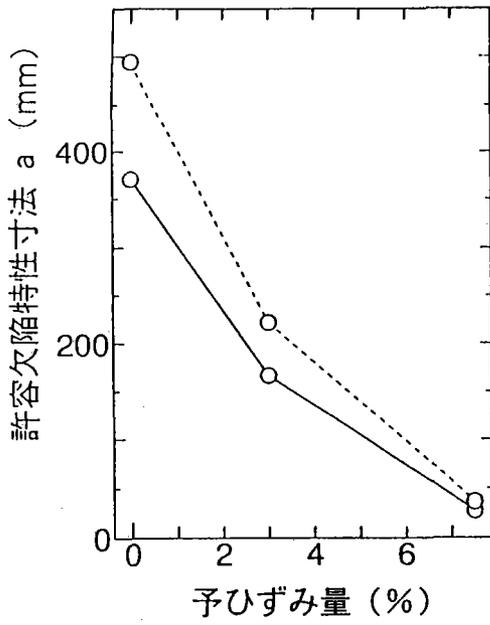


遷移温度の上昇量

	予歪3%	予歪7.5%
SM400B	28°C	35°C

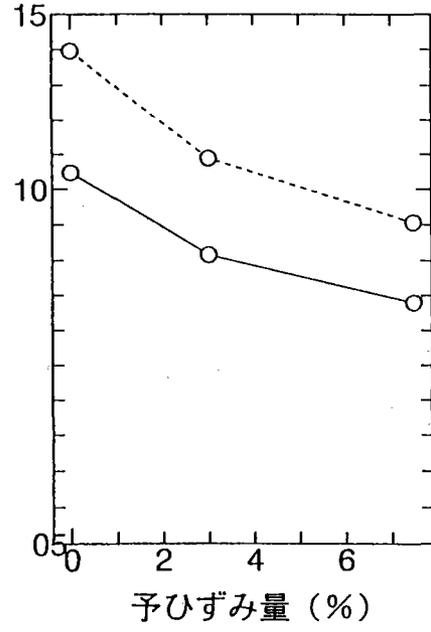
CTOD遷移曲線

図 3-16 歪時効による遷移温度の上昇 (CTOD試験)



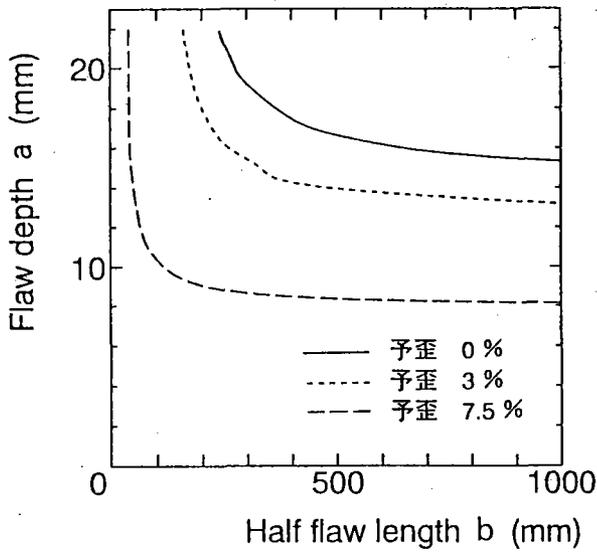
SM400B

..... 曲げ応力が働く場合
 —— 引張応力が働く場合

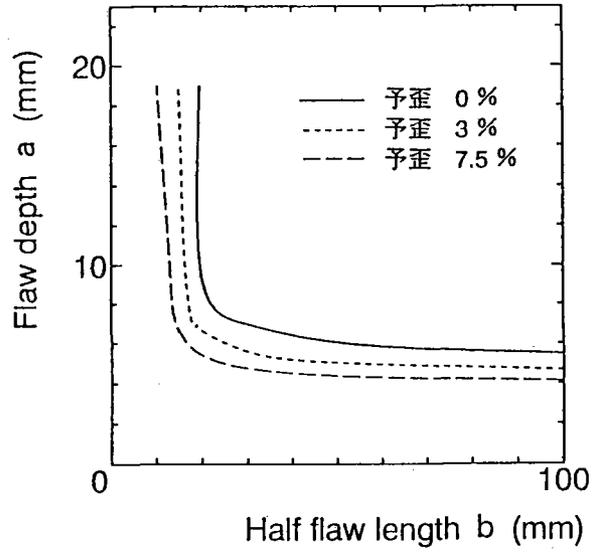


SM490YB

図 3 - 1 7 許容欠陥特性寸法



SM400B



SM490YB

図 3 - 1 8 許容欠陥寸法

○ : 推定値 △ : 実測値

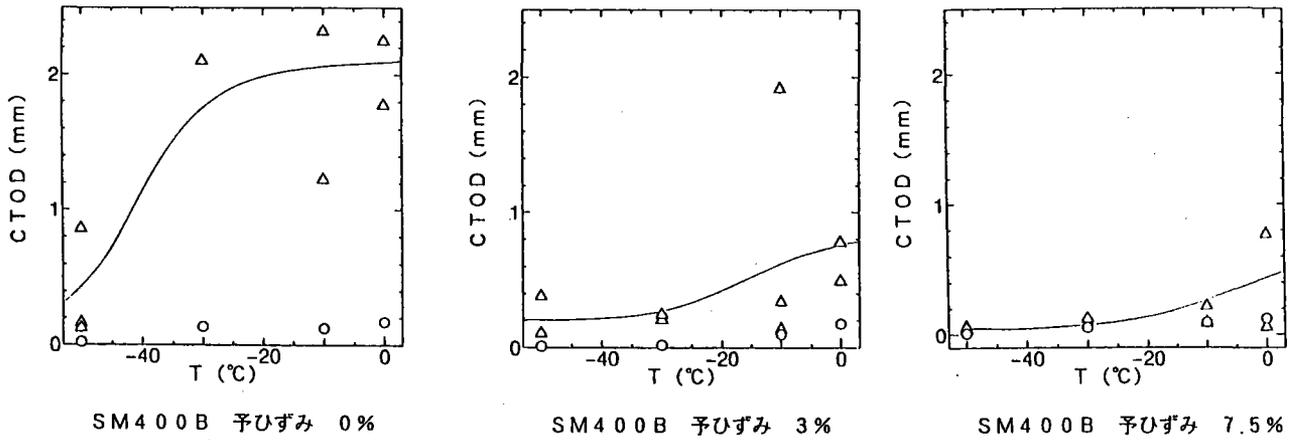


図 3-19 CTODの実測値とWES 3003G種による推定値(SM400B)

○ : 推定値 △ : 実測値

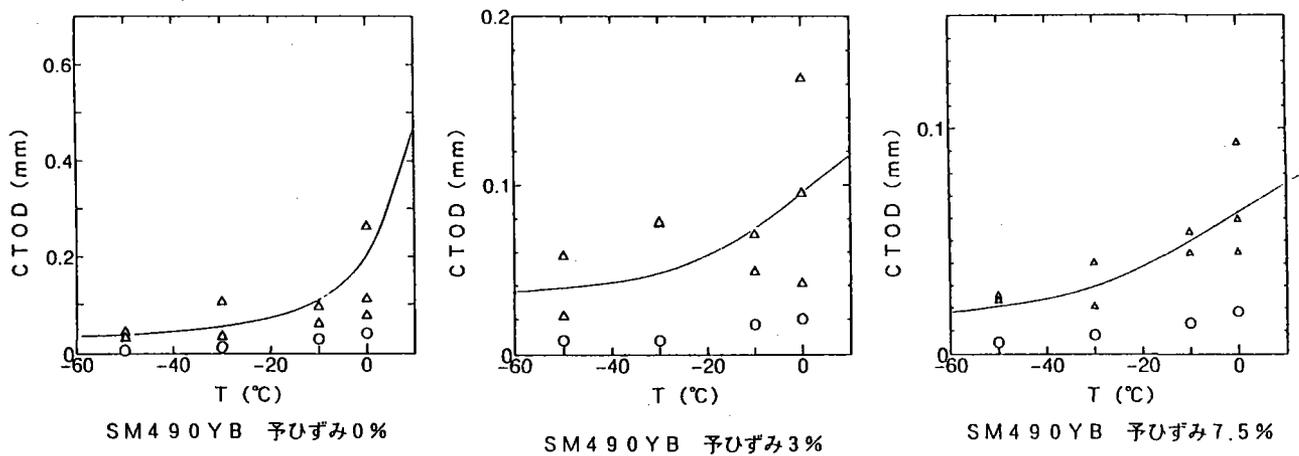


図 3-20 CTODの実測値とWES 3003G種による推定値(SM490YB)

○ : 推定値 △ : 実測値

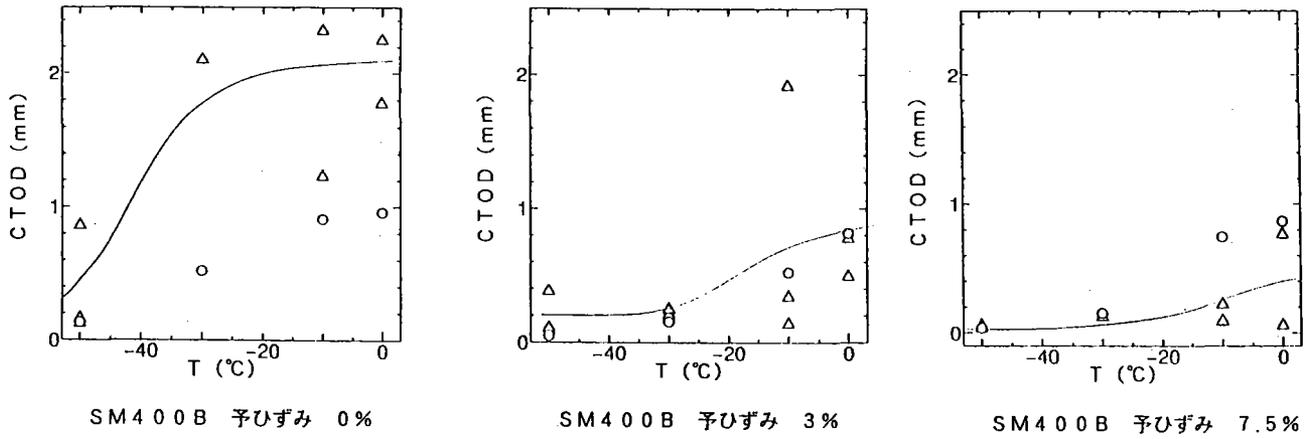


図 3-21 CTODの実測値とRTW委員会の推定式による推定値(SM400B)

○ : 推定値 △ : 実測値

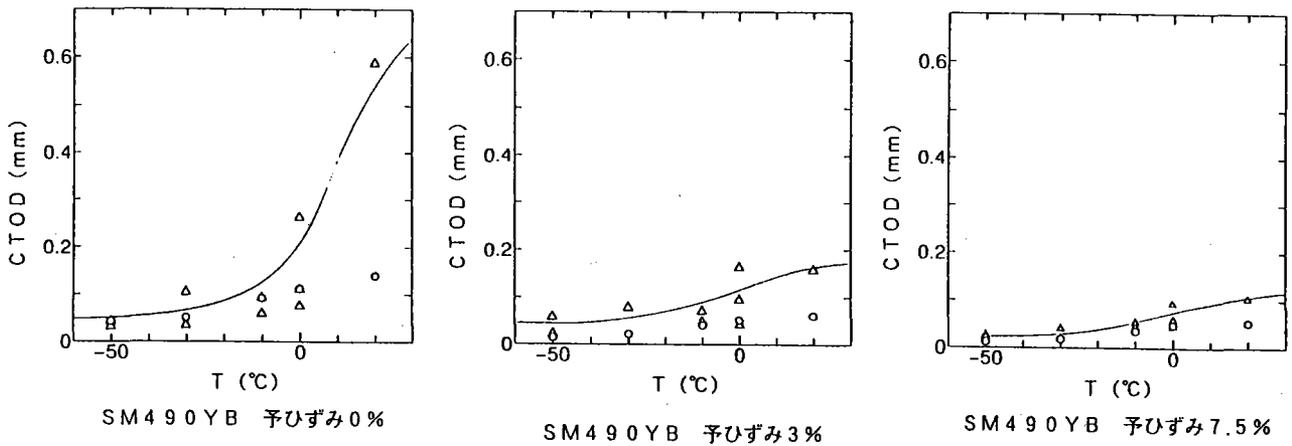


図 3-22 CTODの実測値とRTW委員会の推定式による推定値(SM490YB)

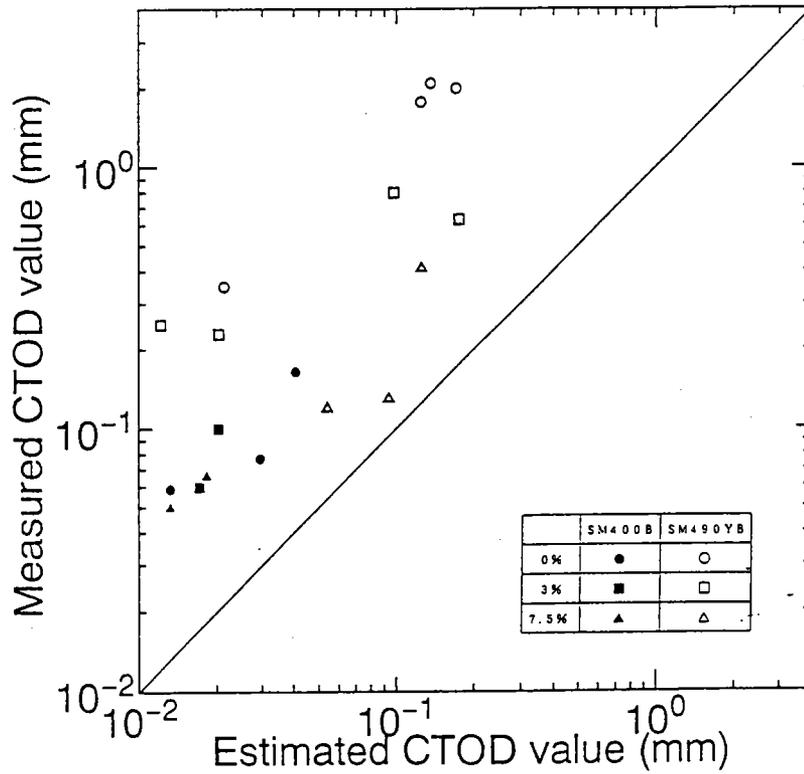


図 3-23 WES 3003G 種による CTOD 推定値と実測値の相関

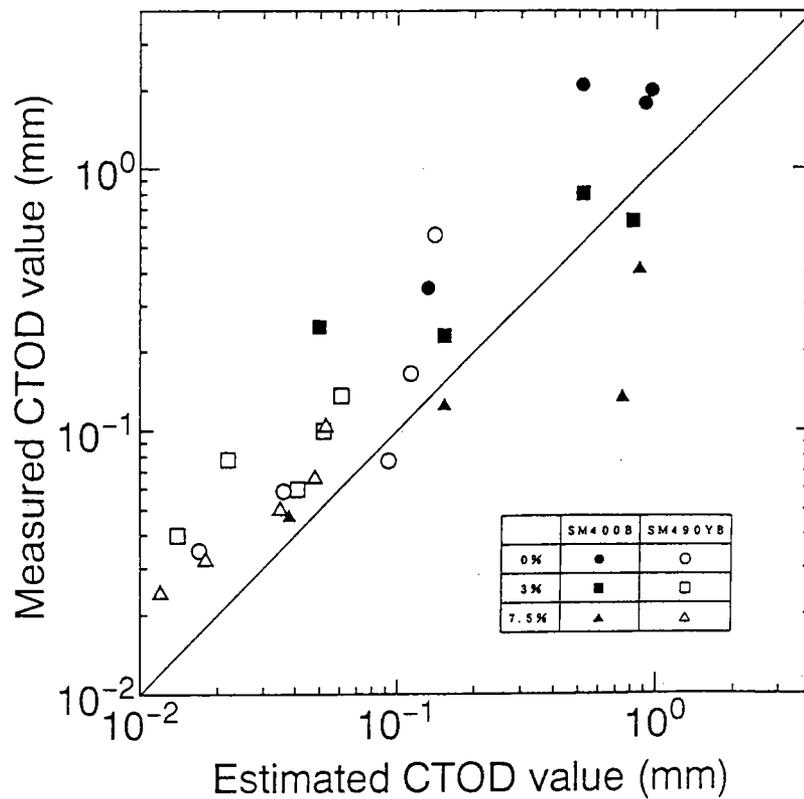
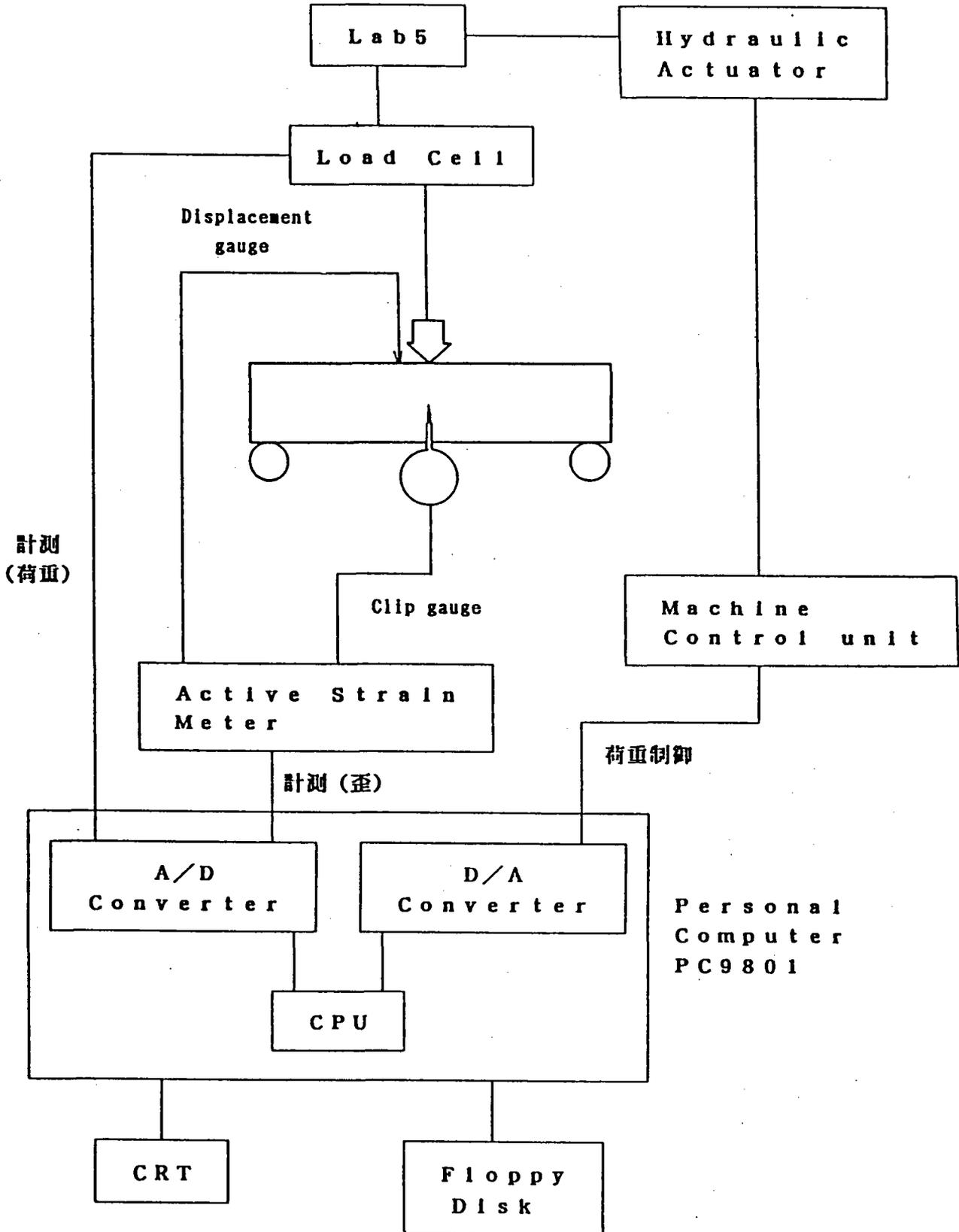


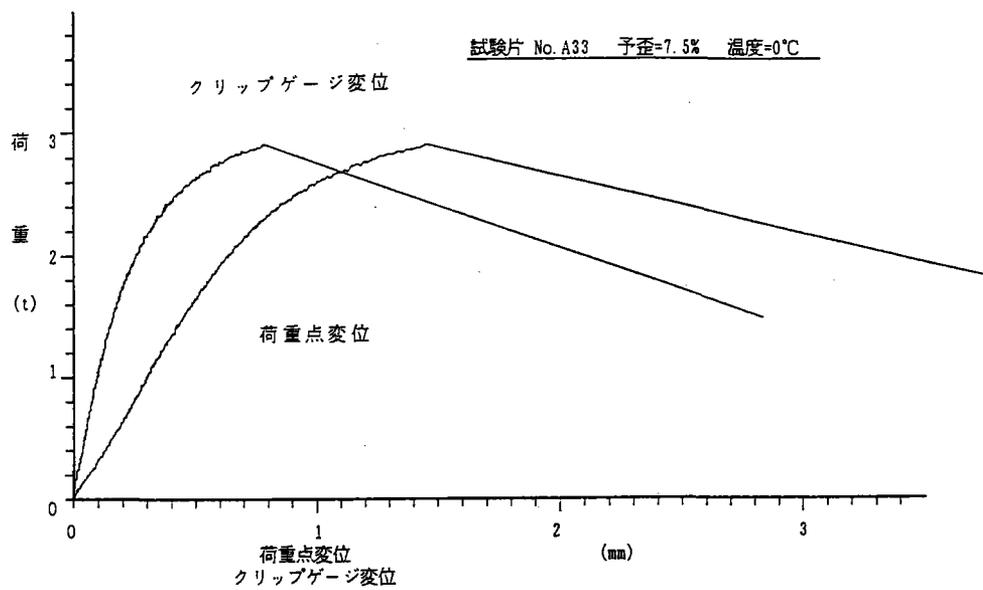
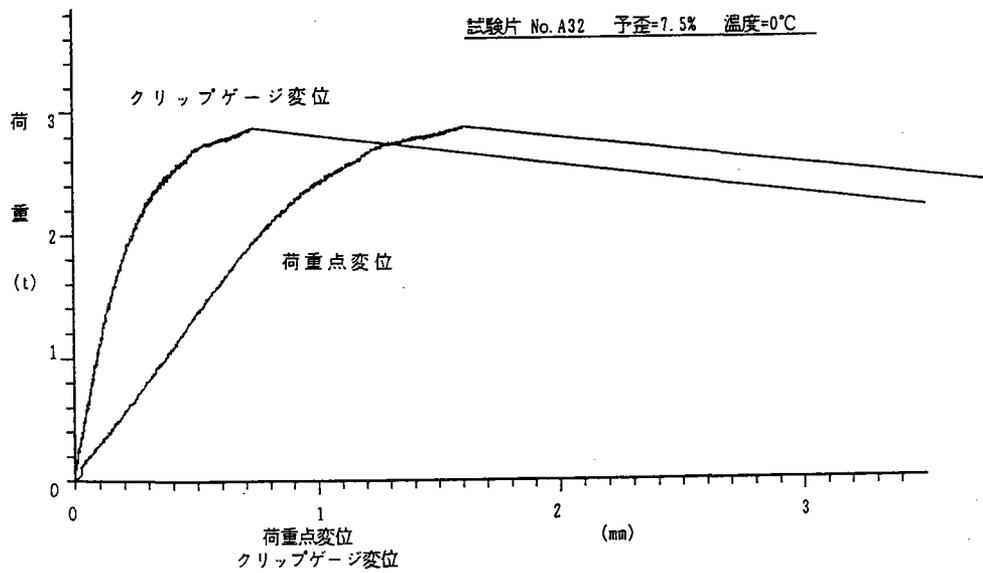
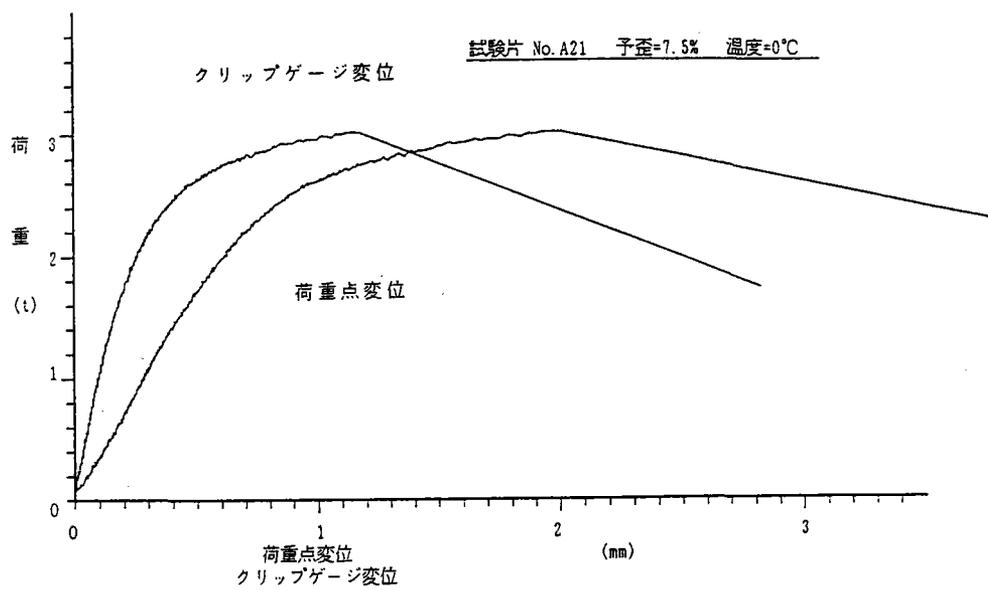
図 3-24 RTW 委員会の提案式による CTOD 値と実測値の相関

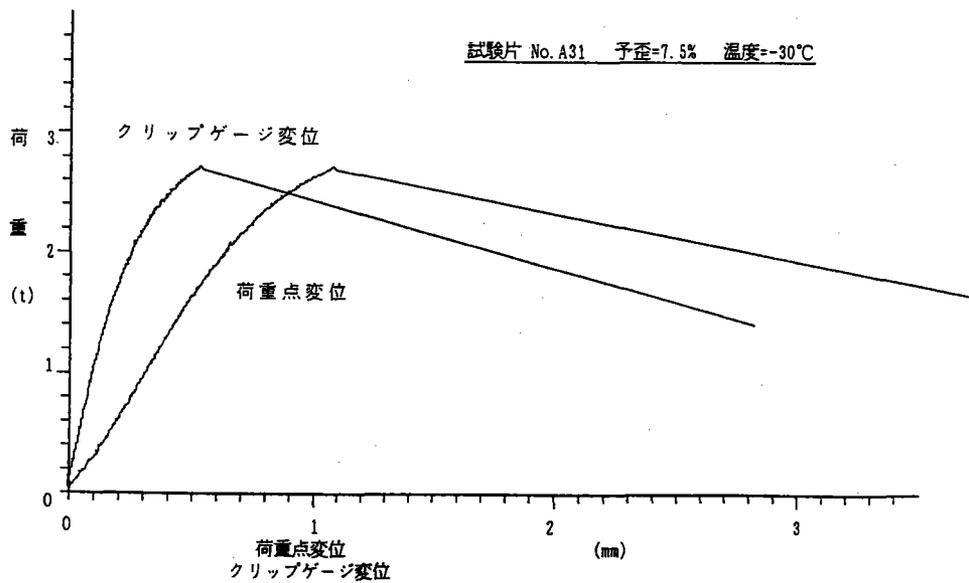
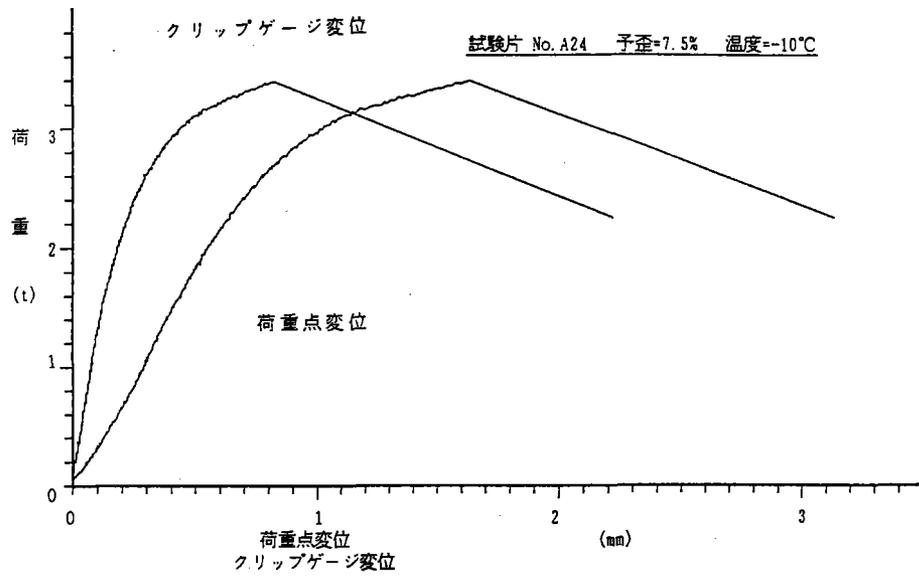
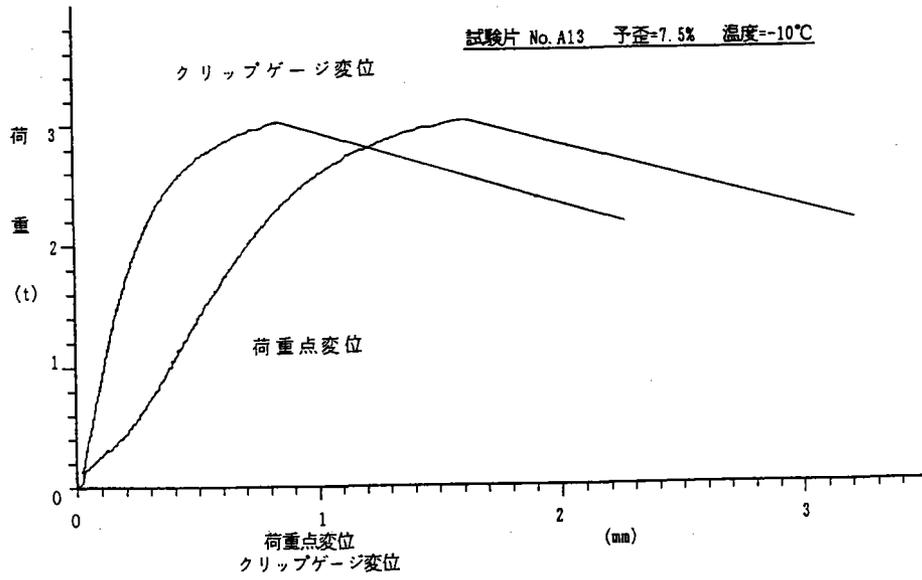
5-1 CTOD試験 荷重点変位制御システム

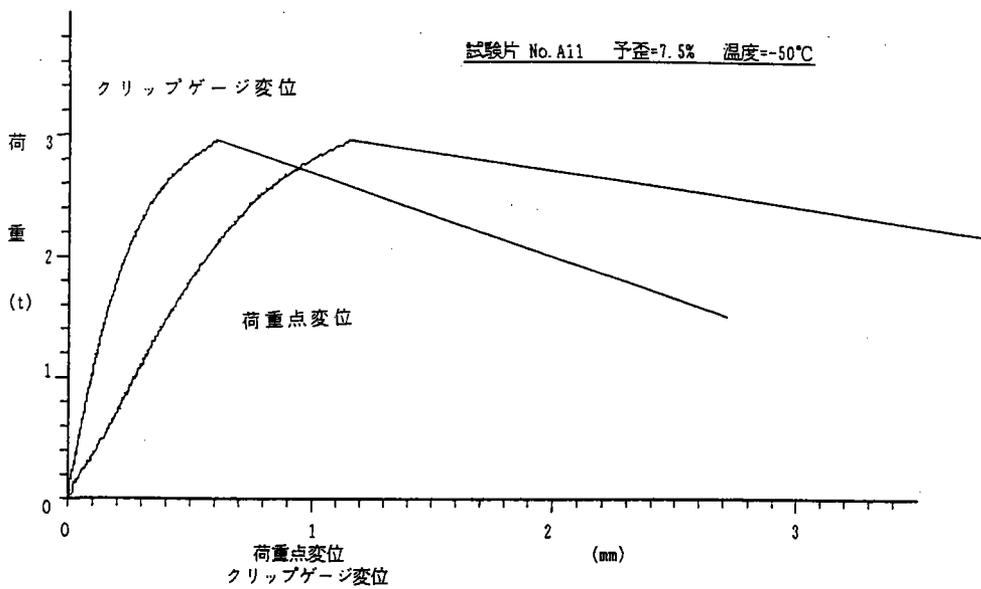
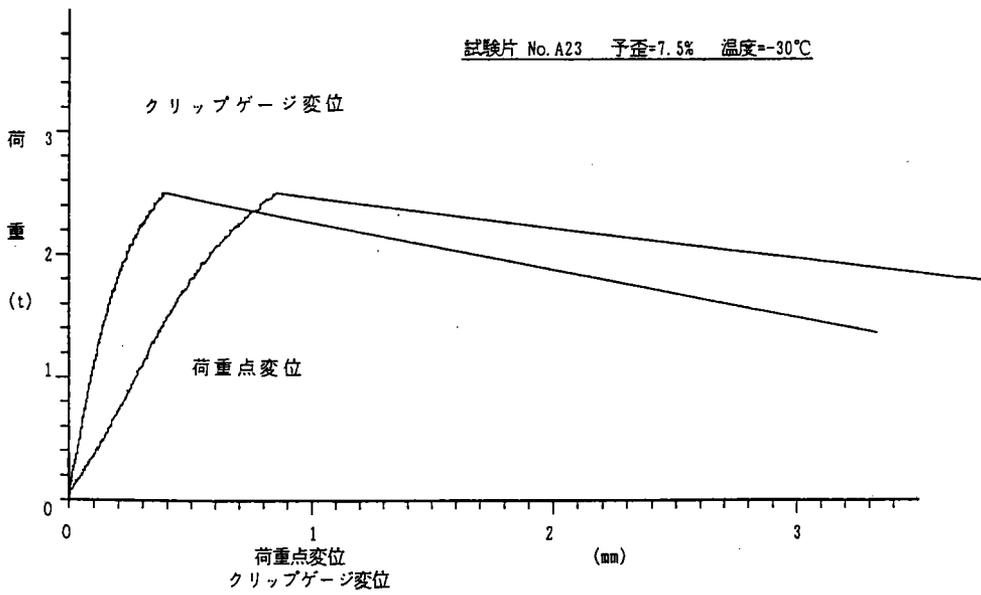
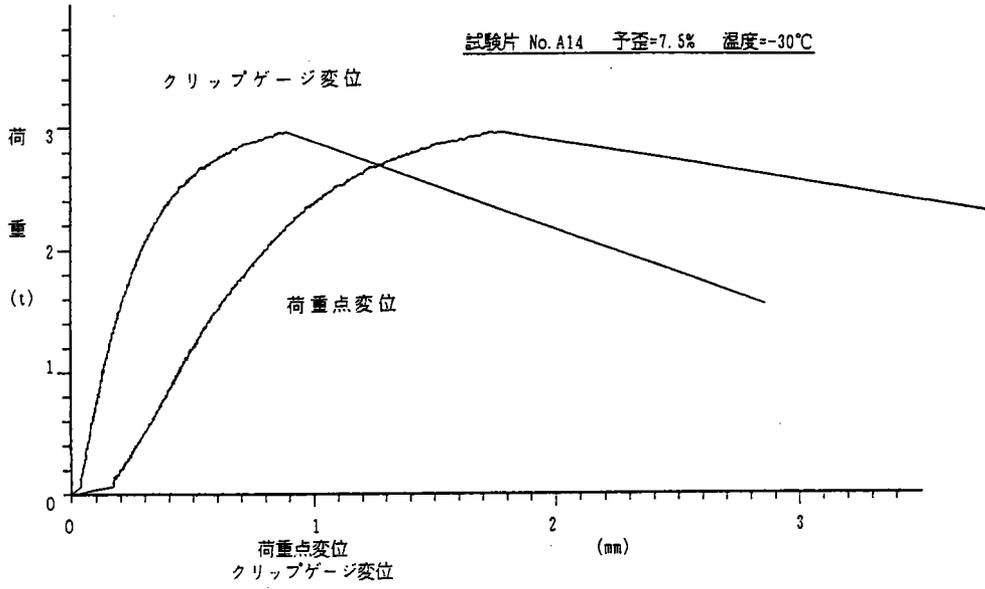
CTOD (3点曲げ) 試験 荷重点変位制御試験システム

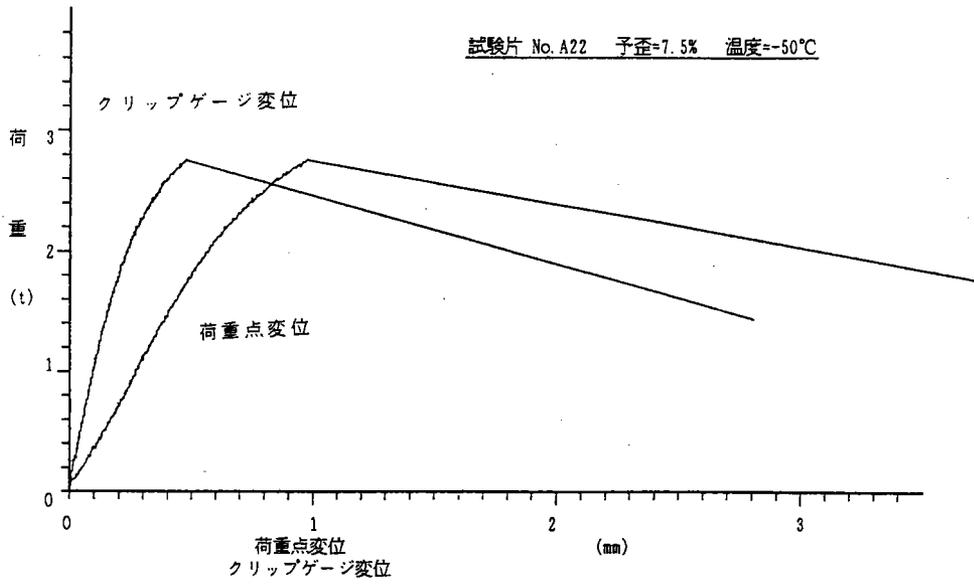
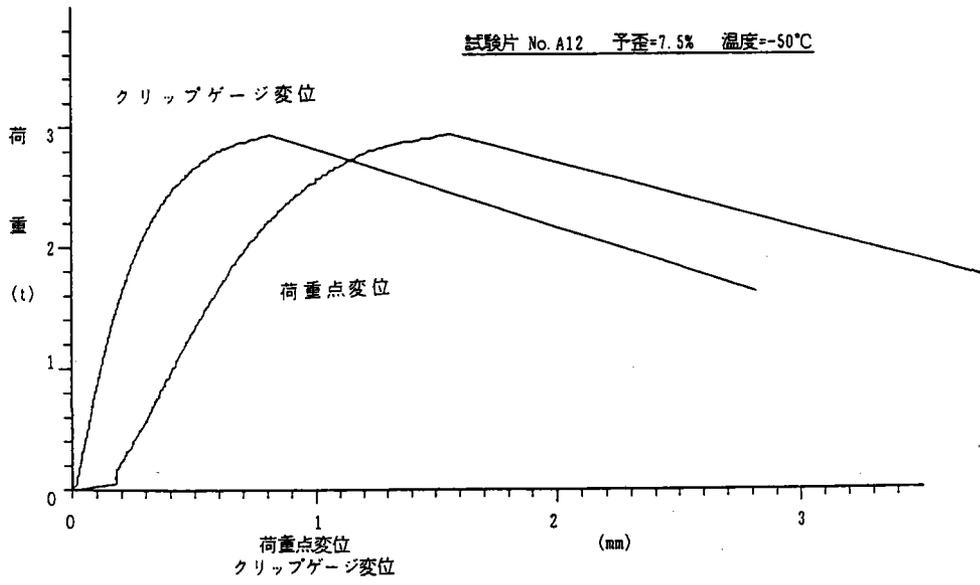


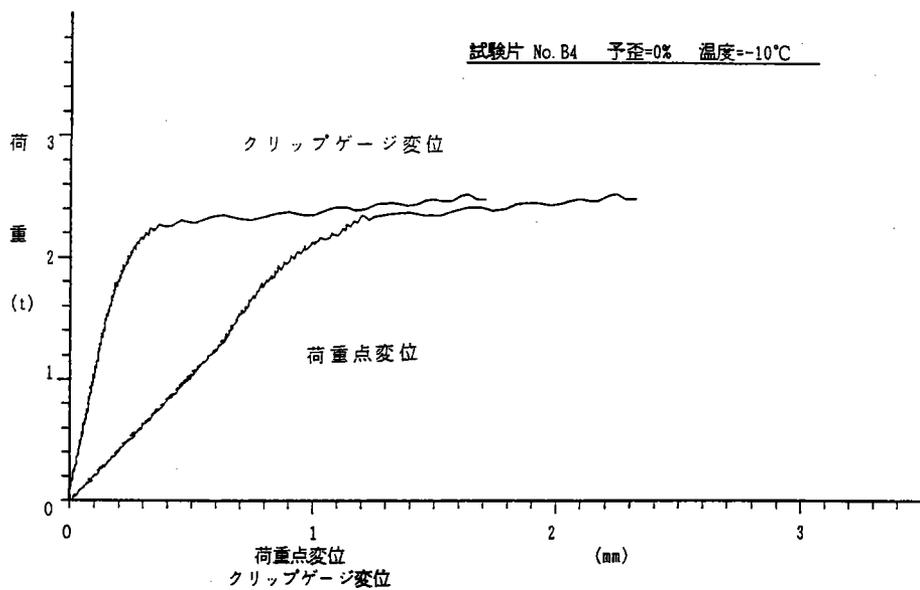
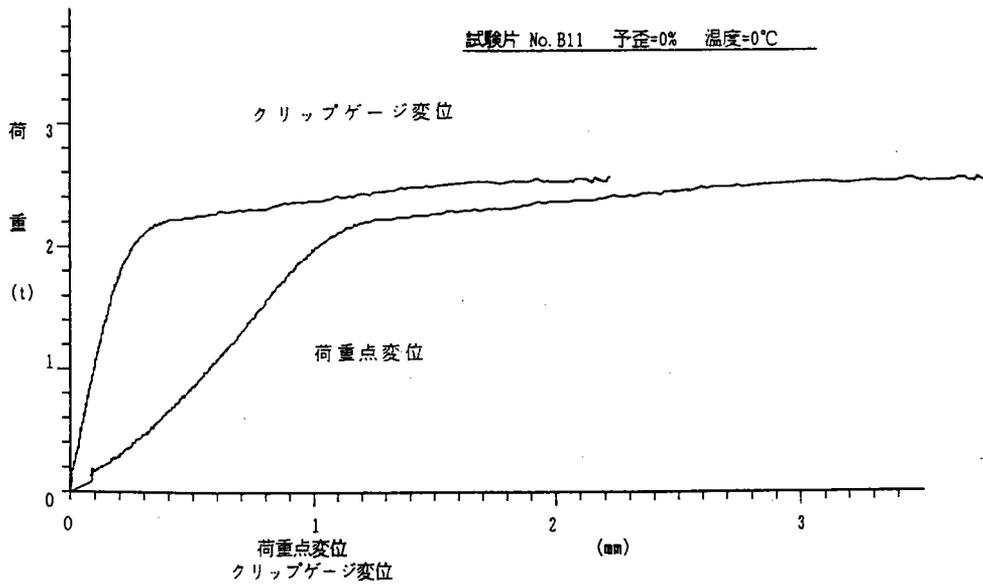
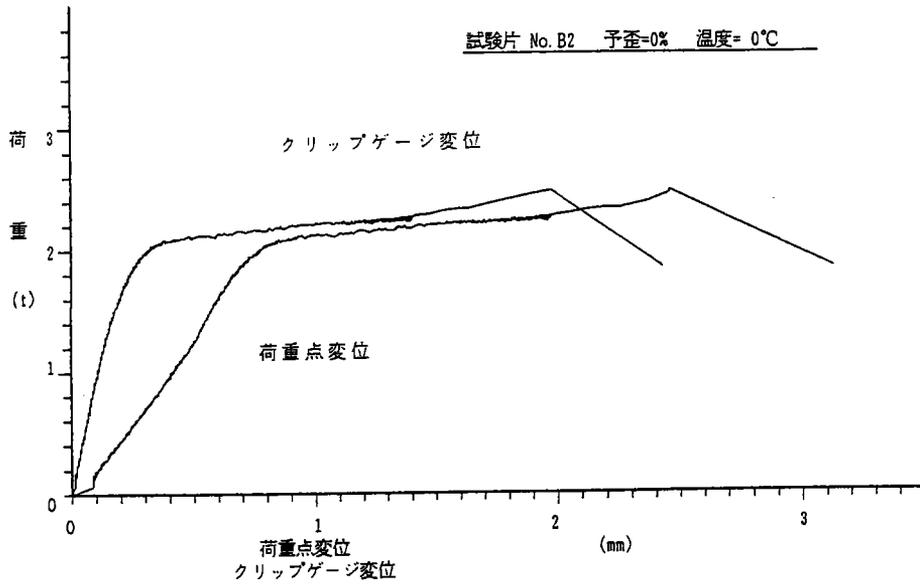
5-2 予備試験CTOD試験結果（荷重－荷重点変位）

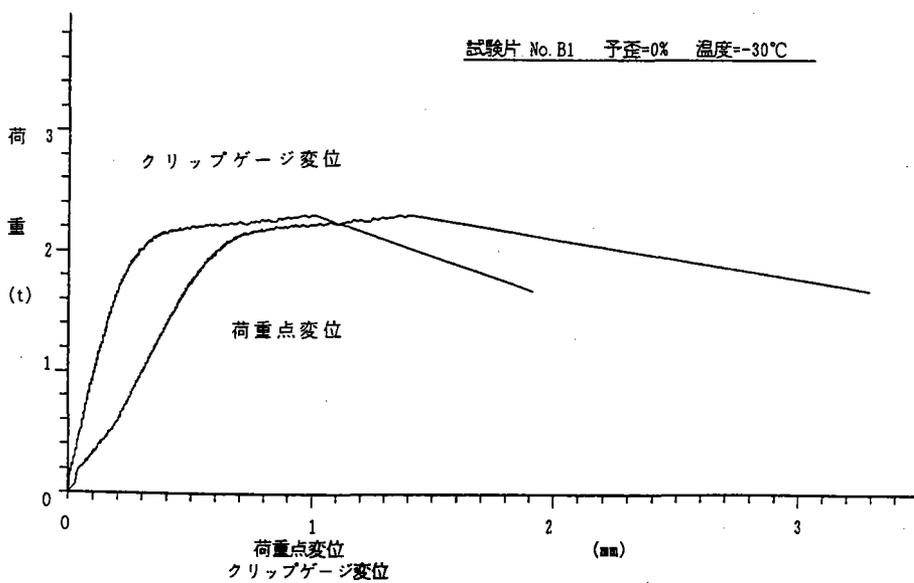
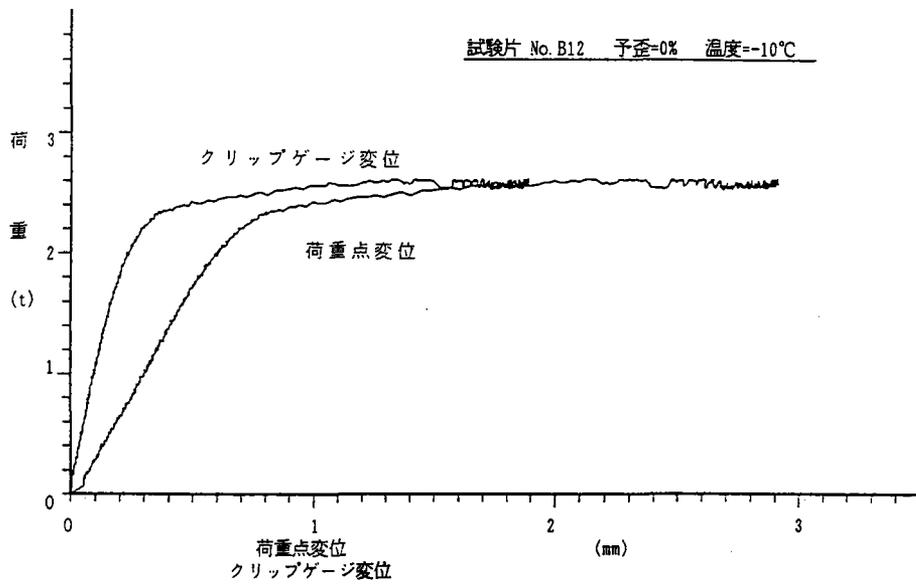
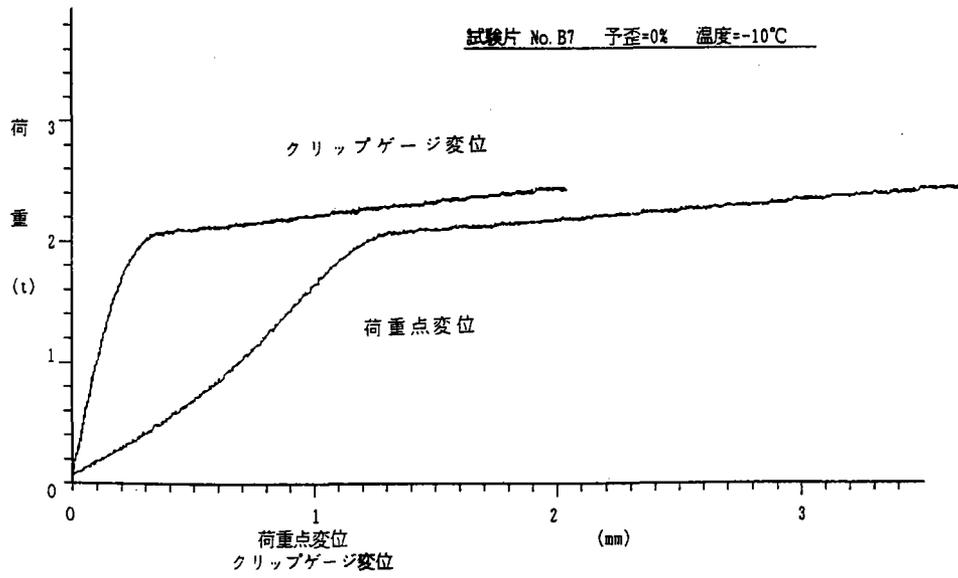


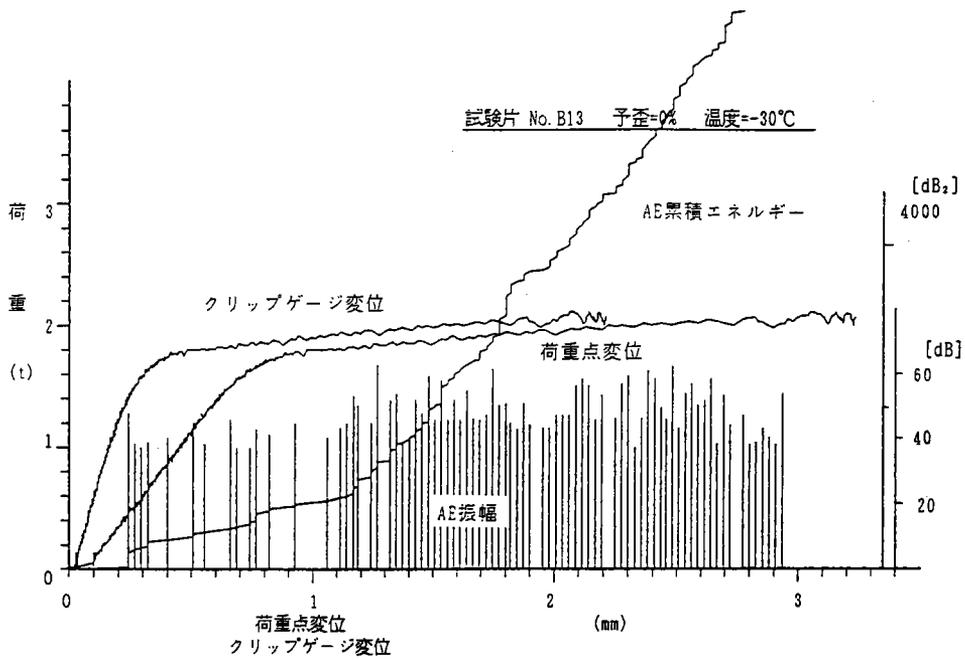
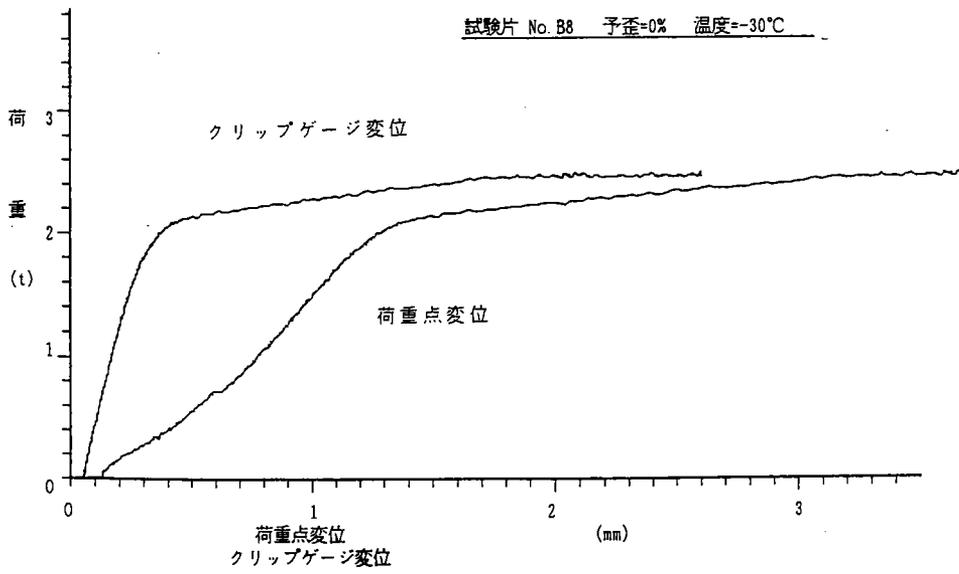
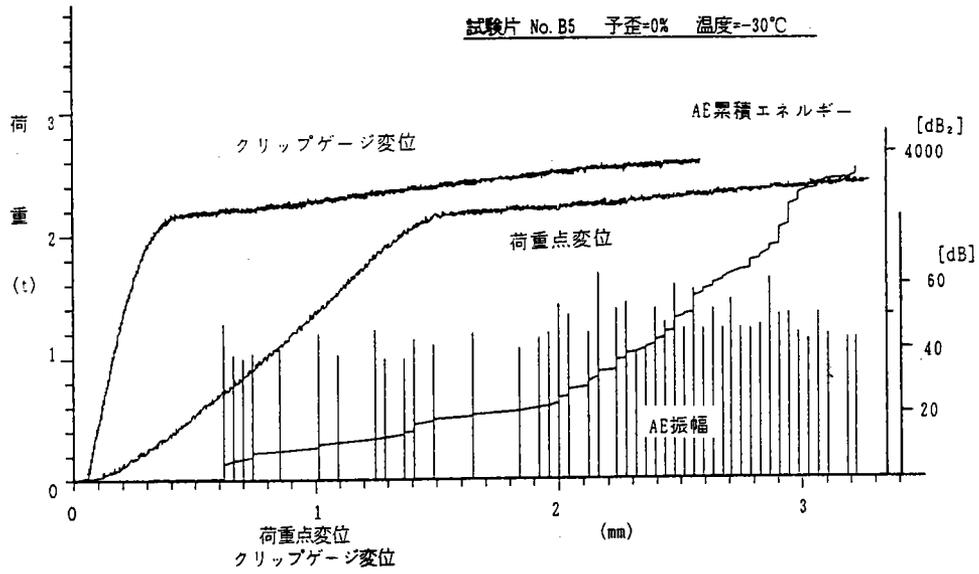


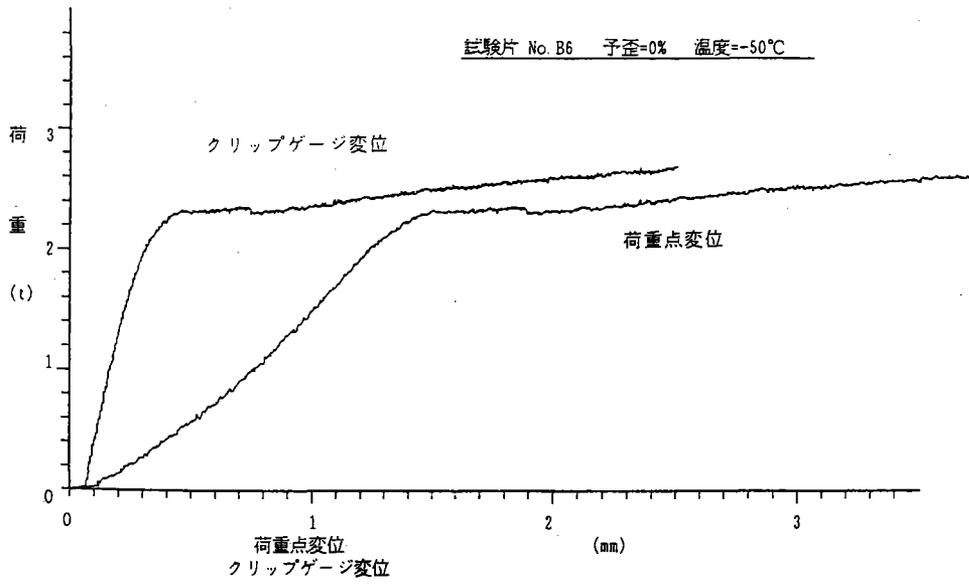
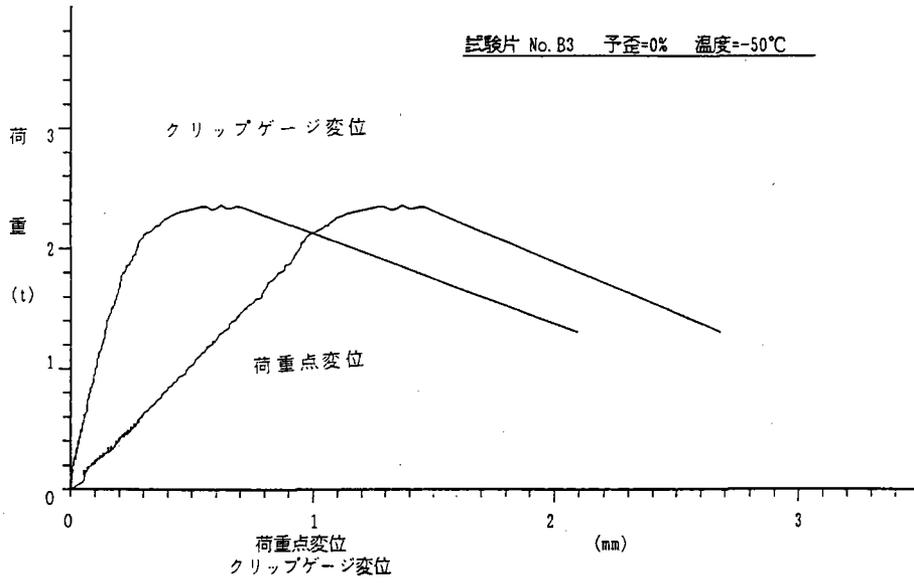




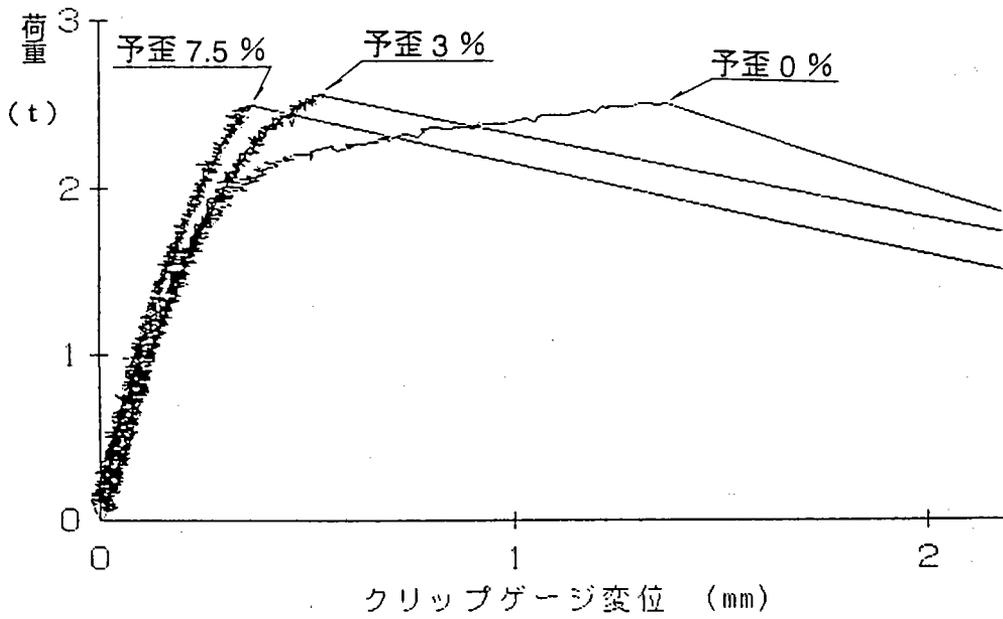
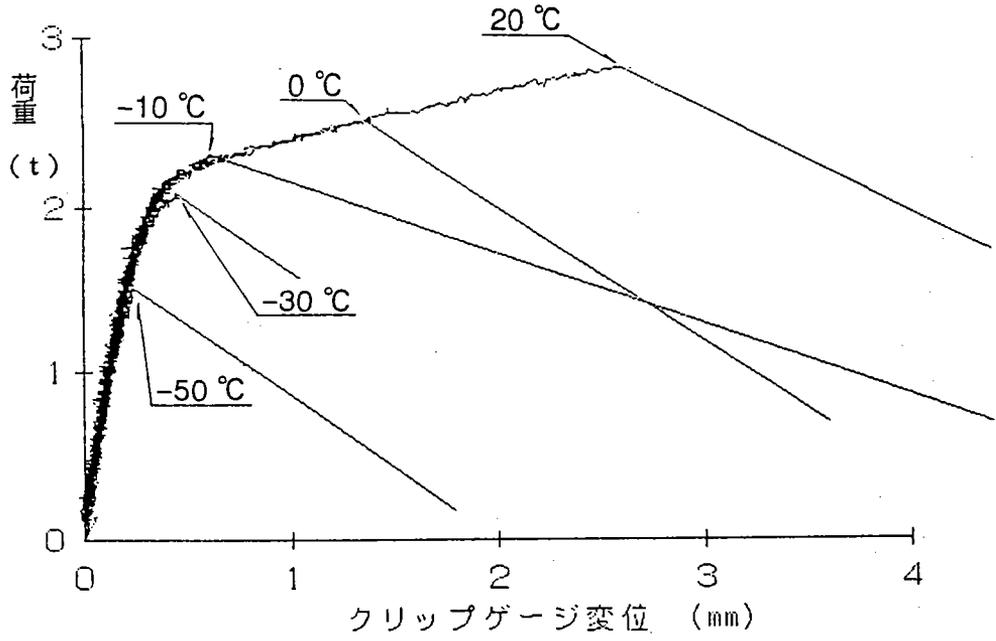








5-3 本試験CTOD試験結果 (荷重-荷重点変位)



5-4 本試験CTOD試験体の破面写真 (SM490YB)



写真3-1 a 擬へき開破面 (予ひずみ0%材)

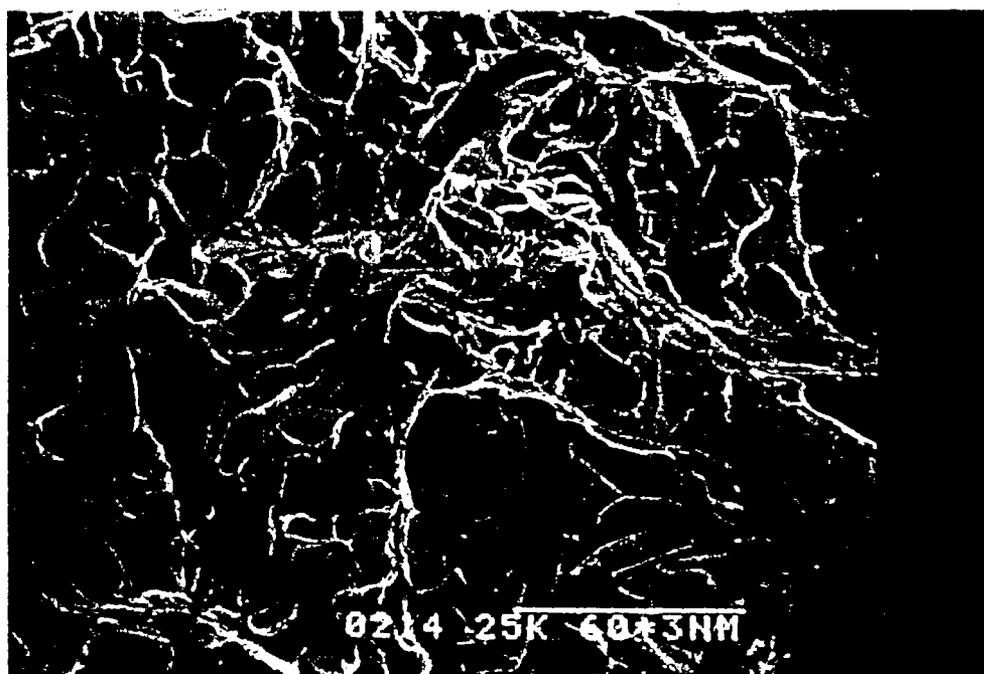


写真3-1 b 擬へき開破面 (予ひずみ3%材)