

# [106] 引抜き止付型メカニカルアンカーを用いた耐震補強に関する実験研究

正会員 田中 礼治 (東北工業大学)

正会員 ○大芳賀 義喜 (東北工業大学)

正会員 大森 正秀 (日本ヘルティ技術サービス部)

## § 1 目 的

耐震補強に用いられる彫込みアンカーの性能は補強骨組の耐震性状に大きく影響するものと思われる。本実験は、引抜き止付型メカニカルアンカー<sup>注D</sup>を耐震補強用アンカーとして用いた場合の性能を確認する意味で、それらアンカーを用いた増設壁補強および袖壁補強の試験体についてその強度、変形性能を実験的に究明し、それらの補強骨組の耐震性能について検討することを目的としている。本実験では比較用として、一体打ちおよび樹脂系挿入アンカーを用いた場合についても実験を行ない比較検討を行なっている。

## § 2 試験体種別・形状・配筋

表1に試験体種別、図1に試験体形状、配筋を示す。

試験体は全部で9体である。MFシリーズは、彫込みアンカーに引抜き止付型メカニカルアンカー（以後メカニカルアンカーと呼ぶ）を使用した補強試験体である。CFシリーズは彫込みアンカーに樹脂系挿入アンカーを用いたものであり、またAFシリーズは一体打ち試験体で両者はMFシリーズとの比較用のものである。補強種別は増設壁、袖壁の2種（但し袖壁補強については長柱、短柱の2種について行なった）である。柱断面（ $B \times D = 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ ）、はり断面（ $B \times D = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ）の寸法配筋は全試験体とも同一であり、壁に関しては既往、補強部分とも厚さ（ $t = 7 \text{ cm}$ ）および配筋（D6 シングル@5 cm）は同一である。補強試験体のMF、CFシリーズには彫込みアンカーによる壁板の割裂を防止する補強筋（図1参照）を配筋した。

表1 試験体種別

試験体名	補強種別および骨組特徴	彫込みアンカー			コンクリート強度 (ka/km)	
		取付箇所	径	ピッチ	既存	後打ち
MF-1	増設壁補強	全周	10φ	10cm	222	346
MF-2	袖壁補強(長柱)	はり、基礎	10φ	10cm	255	
MF-3	" (短柱)	柱	12φ	2本	222	
CF-1	増設壁補強	全周	D10	10cm	222	
CF-2	袖壁補強(長柱)	はり、基礎	D10	10cm	255	
CF-3	" (短柱)	柱	D10	10cm	255	
AF-1	耐震壁				255	222
AF-2	袖壁付長柱				222	
AF-3	袖壁付短柱				222	

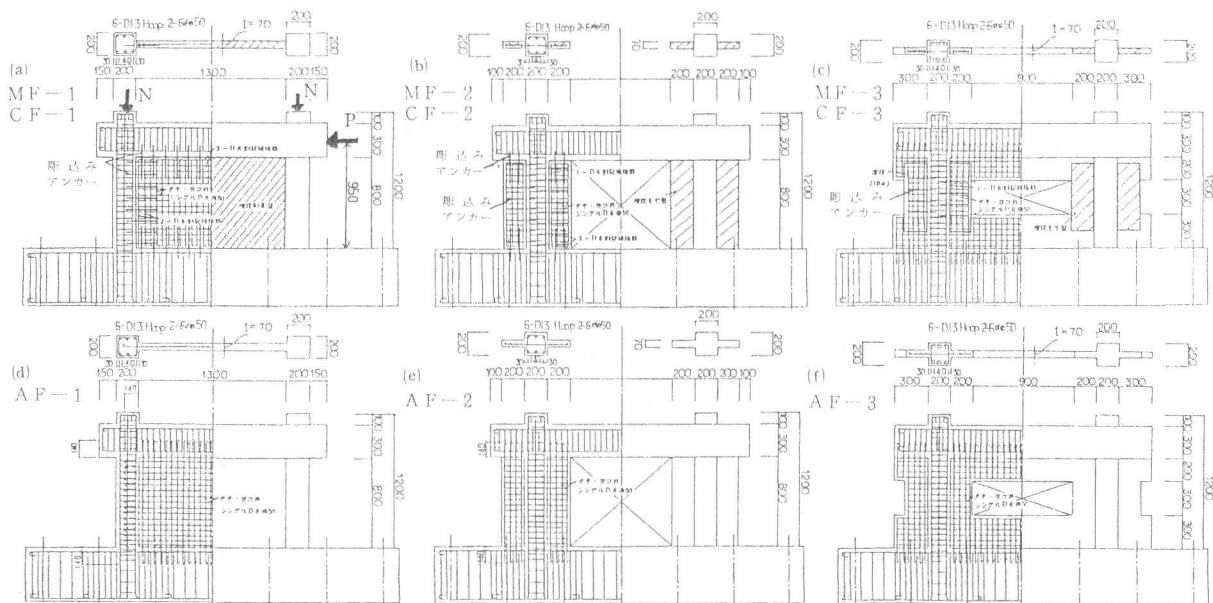


図1 試験体形状・配筋図

### § 3 使用材料

コンクリートは粗骨材15mm以下の豆砂利を用いた普通コンクリートであり、打込みは横打ちで、打継ぎ面は面あらしを行なった。実験時の強度を表1に示した。既存部分はミキサー車2台に分けて打ったため2種類の強度となっている。表2に鉄筋およびアンカー筋の機械的性質を示した。

### § 4 実験方法

図2に加力装置を示した。全試験体とも柱に一定軸方向力(N=12t)を作用させ、はり材軸位置にオイルジャッキ(100t)により正負くり返し水平加力を変形制御で行なった。制御した水平変位は、全試験体ともはり柱節点位置での部材角 $R = 2 \times 10^{-2}$  rad 毎のステップで正負2回のくり返し加力を行なった。荷重の検出はロードセル(100t)で行なった。水平変位はダイヤルゲージ型変位計で、鉄筋とアンカー筋のひずみをワイヤゲージで検出した。

### § 5 実験結果および検討

#### i) 破壊経過

図3(a)~(i)に各試験体とP- $\delta$ 曲線と最終きれつ図を示した。

耐震壁試験体：MF-1, CF-1, AF-1の各試験体とも初きれつは壁板のせん断きれつであった。補強試験体は両者とも、一体打ち試験体に比べて、壁板のせん断きれつ本数が多い。これはアンカー筋が壁筋の一部として作用するためと思われる。補強試験体の破壊は両者とも壁板下部のスリップ破壊であり、破壊位置は彫込みアンカー末端部付近であった。一体打ち試験体は壁板中央のせん断破壊であった。

抽壁試験体(長柱)：MF-2, CF-2, AF-2試験体とも初きれつは抽壁柱脚部の曲げきれつであった。各試験体の破壊はMF-2およびAF-2が抽壁の曲げ圧壊, CF-2はせん断破壊であった。

抽壁試験体(短柱)：MF-3, CF-3, AF-3試験体とも初きれつは抽壁

表2 鉄筋およびアンカー筋の機械的性質

	鉄筋径	降伏点強度 $\sigma_p$ (kg/cm <sup>2</sup> )	引張強度 $\sigma_{max}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	*: 残留ひずみ0.2多時の値 △: 断面積を $d = 1.0$ cmとして算出 △△: " $d = 1.2$ cmとして算出
柱主筋	D13	3802	5721	
はり主筋	D16	3748	5728	
あばら帯筋	6 $\phi$	3028	4337	
壁筋	D6	3520*	5345	
メカニカルアンカー	10 $\phi$	7033*	7567	
	12 $\phi$	6433*	7994	
樹脂充填アンカー	D10	3878	5737	
	D13	3735	5525	

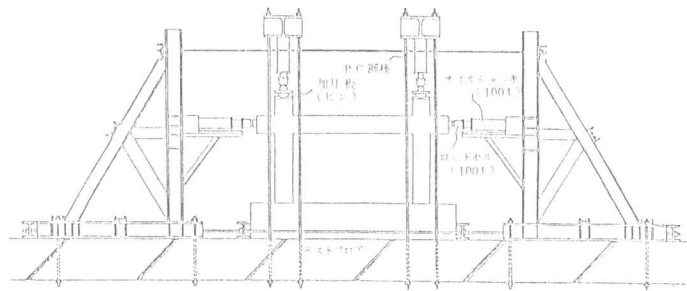
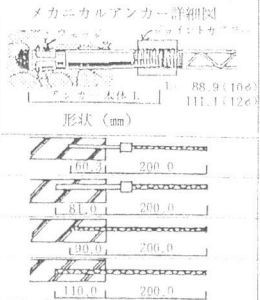


図2 加力装置

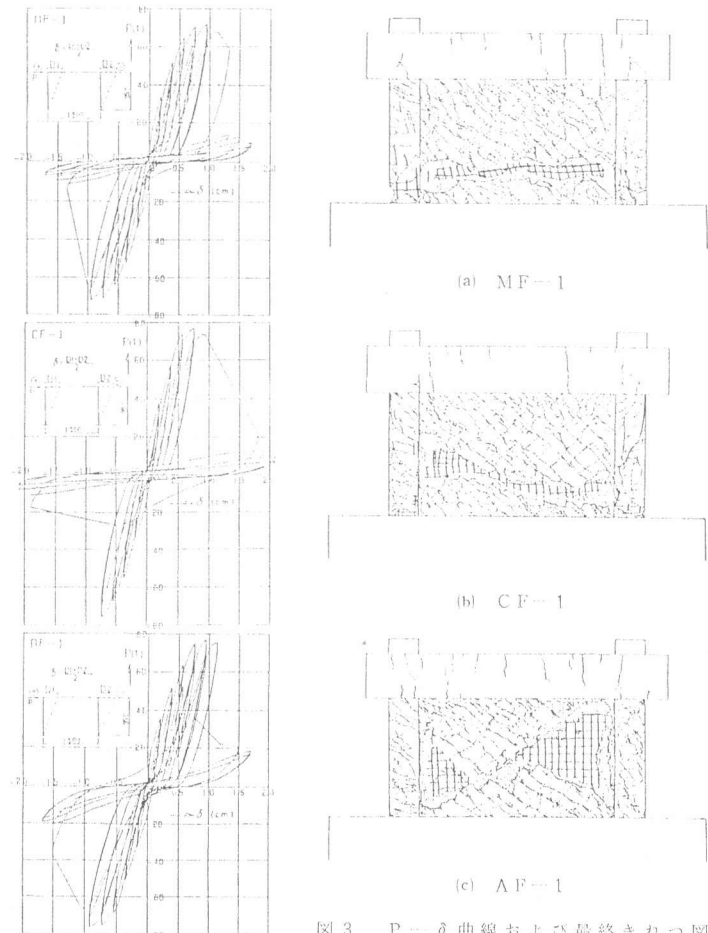


図3 P- $\delta$ 曲線および最終きれつ図

柱脚隅部のせん断きれつであった。いずれの試験体ともせん断破壊であり、破壊経過は3者とも近似した性状を示した。

ii) 包絡線の比較

図4に全試験体の包絡線を示した。メカニカルアンカーを用いた補強試験体は、初期剛性が一体打ち試験体のものより多少低いものもあるが、全体的には一体打ちのP- $\delta$ 曲線と比較的よく近似した性状を示した。

iii) 初期剛性, 最大荷重, 最大荷重時部材角

表3に各試験体の初期剛性, 最大荷重, 最大荷重時部材角を示した。表3には同時に一体打ちの終局強度式(1)式, (2)式の計算値も示した。

初期剛性: 耐震壁試験体ではCF-1の剛性が最も大きくAF-1, MF-1の順に小さい。長柱袖壁試験体ではMF-2, CF-2の剛性が比較的よく近似しており, AF-2は多少小さい。また短柱袖壁試験体ではAF-3の剛性が最も大きくMF-3, CF-3のそれは近似している。これらを全体的に見るとMF, CF, AFのタイプ別が初期剛性に与える影響は明確ではないが, メカニカルアンカーを用いたものは他のものに比べて剛性が多少小さい。

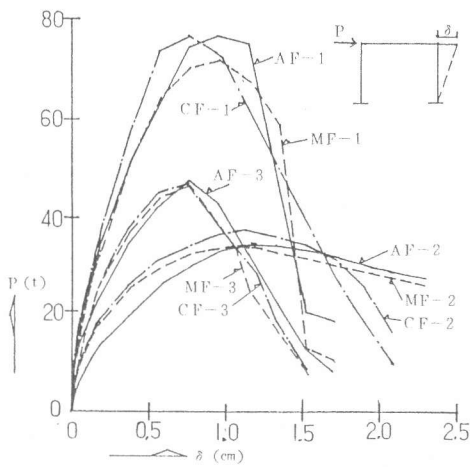
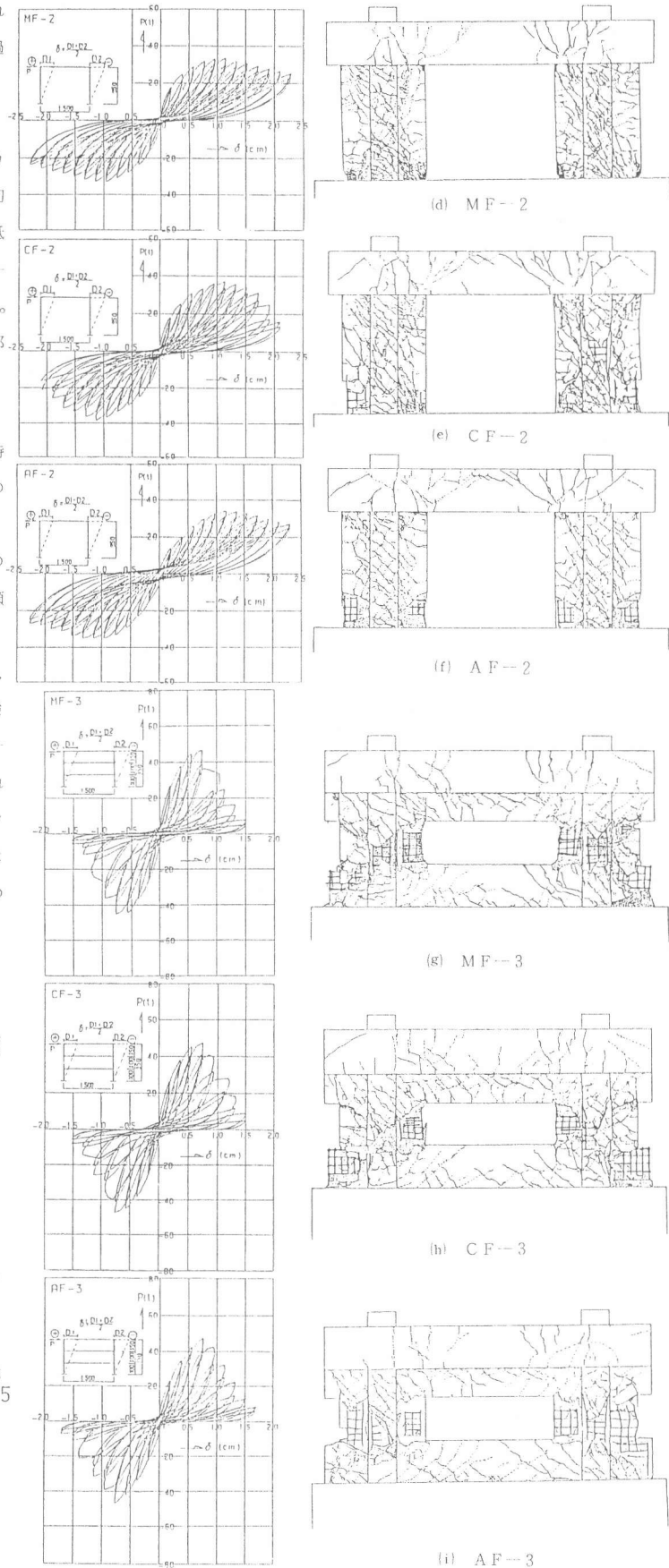


図4 P- $\delta$ 曲線の包絡線



最大荷重： 補強試験体と一体打ち試験体の最大荷重を比較してみると、メカニカルアンカーで補強したものの最大荷重は、一体打ちに比べて0.95~0.98程度と低い値を示した。ちなみに樹脂充填アンカーで補強したものの比率は1.00~1.06の範囲に分布しており、一体打ちと同程度の最大荷重を示すことが認められた。

既往の一体打ちを対象とした終局強度式の計算値と実験値を比較してみると、メカニカルアンカーで補強したものの実験値は計算値を1.17~1.70の範囲で上まわっており、樹脂充填アンカーで補強したものは1.17~1.80の範囲にあった。

最大荷重時部材角： メカニカルアンカー、樹脂充填アンカーいずれの補強試験体とも最大荷重時部材角は一体打ちのそれとほぼ同程度の値を示すことが認められた。

#### iv) 等価粘性減衰定数

図5に全試験体の等価粘性減衰定数を示した。プロットしてある値は各変位における正負1回目の履歴をもとにした値である。メカニカルアンカーで補強したものの等価粘性減衰定数は全体的に一体打ちのそれよりも大きい傾向にあり、樹脂充填アンカーのものの値と比較的よく近似している。

表3 初期剛性、最大荷重、最大荷重時部材角

試験体名	初期剛性 ( $\times 10^{-2}$ t/cm)	最大荷重 (t) *	一体打ちとの比率	樹脂充填とメカニカルとの比率	計算値 (t)	実/計	最大荷重時部材角* ( $\times 10^{-3}$ rad)
A F-1	5.83	76.0	1	—	44.4	1.71	10
C F-1	6.00	76.5	1.01	1	42.5	1.80	8
M F-1	3.75	72.3	0.95	0.95	42.5	1.70	10
A F-2	1.26	35.5	1	—	27.8	1.28	13
C F-2	1.86	37.8	1.06	1	28.6	1.32	12
M F-2	1.76	33.6	0.95	0.89	28.6	1.17	11
A F-3	2.80	47.5	1	—	38.8	1.22	8
C F-3	2.14	47.5	1.00	1	40.6	1.17	8
M F-3	2.13	46.4	0.98	0.98	38.8	1.20	8

\*: 正角平均

$$1) Q_{wsu} = \left\{ \frac{0.053 \times Pte^{0.23} (Fc + 180)}{M \sqrt{(Q.D) + 0.12}} + 2.7 \sqrt{\sigma_{wy} Pwh} \pm 0.1 \sigma_n \right\} b_e j \dots \dots \dots (1) \quad \text{文献1)}$$

$$2) Q_{su} = \left\{ \frac{0.053 \times Pte^{0.23} (Fc + 180)}{M \sqrt{(Q.de) + 0.12}} \cdot 2.7 \sqrt{\sigma_{wy} Pwe} \right\} b_e j_c + 0.1 N \dots \dots \dots (2) \quad \text{文献1)}$$

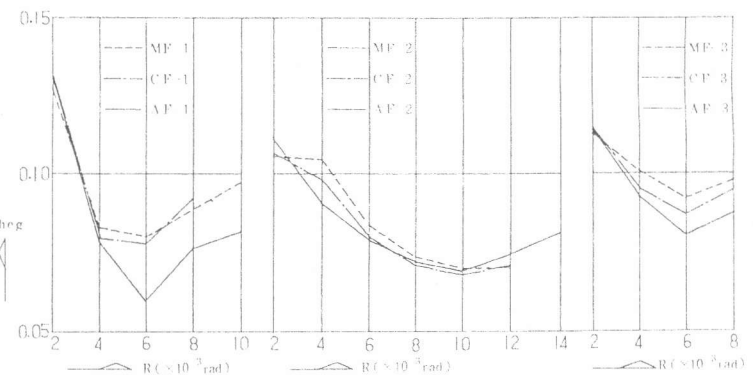


図5 等価粘性減衰定数

## § 6 結 論

引抜き止付型メカニカルアンカーを用いた増設壁補強・長柱および短柱の袖壁補強試験体の実験結果より次のことが認められた。

- i) 初期剛性は一体打ちおよび樹脂充填アンカーを用いたものよりも多少小さい。
- ii) 最大荷重に関する一体打ちとの比率は0.95~0.98の範囲に分布しており、一体打ちあるいは樹脂充填アンカーを用いたものより多少低めである。
- iii) 既往の終局強度式( (1), (2) 式)の計算値と実験値を比較すると実/計の比率は1.17~1.70の範囲に分布し、実験値は既往の終局強度式による計算値よりも大きい。
- iv) 最大荷重時部材角は一体打ちのそれとよく近似している。
- v) 等価粘性減衰定数は一体打ちのそれよりも大きい。

以上のことより、引抜き止付型メカニカルアンカーを用いて補強した試験体の耐震性能は一体打ちのそれと比べて多少低下するようであるが、引抜き止付型メカニカルアンカーは耐震補強用アンカーとして充分利用できる程度の性能をもっていることが認められた。

注1) アンカー 埋込み後、引抜きでウェッジ部分(表2)を広げて止め付ける方法

参考文献: 1) 日本建築学会「建築耐震設計における保有耐力と変形性能」昭和56年6月