

# V-246 コンクリート中に埋め込まれたアンカーボルトの破壊挙動の解析

岐阜大学 正会員 ○内田 裕市  
 岐阜大学 正会員 六郷 恵哲  
 岐阜大学 正会員 小柳 治

## 1. まえがき

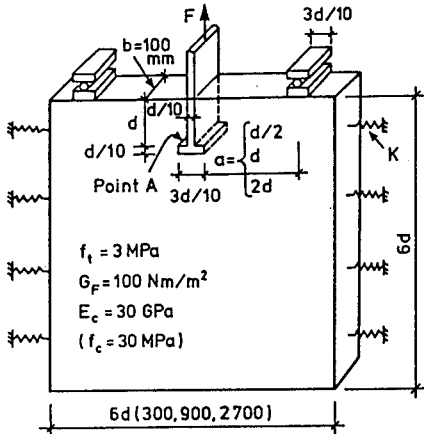
RILEMの90-FMA (Fracture Mechanics of Concrete - Applications) 委員会は、会誌の1990年1月号でコンクリート中に埋め込まれたアンカーボルトの破壊挙動の解析を募集することを発表した<sup>1)</sup>。これは、現在行なわれているコンクリートの破壊を対象とした数値解析の精度あるいは限界を明かにすることを目的としており、破壊力学の適用が有効と考えられ、しかも実務レベルに近い問題であるアンカーボルトの引き抜き破壊を取り上げ、解析手法、構成則あるいはプログラムが異なる場合の解析結果を比較しようとするものである。ここでは、その課題の内容を紹介するとともに、筆者等の解析結果とすでに応募されている他の研究者の解析結果を紹介する。

## 2. 課題

課題は、埋め込み深さの浅いアンカーボルトの引き抜き破壊挙動であり、平面応力と軸対称問題の2つが出された。図-1に平面応力の課題を示す。図中に示す通りコンクリートの材料定数はすべて与えられており、解析のパラメータは反力点位置と側方の境界条件である。求めるものは、引き抜き荷重の最大値 $F_{max}$ 、荷重 $F$ と図-1中A点の変位の関係、ひびわれパターンおよび最終破壊時のメカニズム等である。

## 3. 筆者等の解析結果

解析には、引張軟化を考慮した有限要素法を用いた。要素分割を図-2に示す。ひびわれは分布ひびわれモデルで表現し、ひびわれ発生後の応力-ひずみ関係は、応力-ひびわれ幅の関係で表わされる引張軟化曲線(ここでは1/4モデルを使用)を、要素寸法に依存させて応力-ひずみ関係に変換したものを使用した。ま



K = 0			K = ∞	
d =	50	150	450	d = 150
a = d/2		x		
a = d		x		x
a = 2d	x	⊗	x	x

図-1 平面応力状態での課題

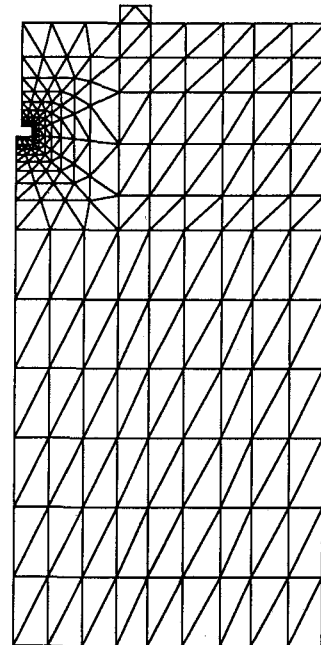


図-2 筆者等の用いた要素分割

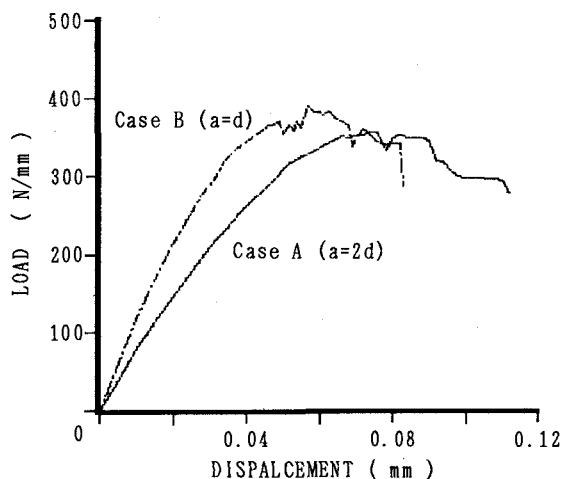


図-3 筆者等の荷重-変位曲線

表-1 他の研究者の解析結果との比較

Analyser	Fmax in N/mm		
	a=d/2	d	2d
Wang		26.5	
Cervenka, rotated		364	355
Feenstra, fixed non-lin. soft.		376	
Hassanzadch		380	
<u>authors</u>		<u>389</u>	<u>357</u>
Stork		392	
Feenstra, fixed lin. soft.		398	
di Tommaso		405	
Clement		415	
Ozbolt		427	
Valente		440	
Feenstra, rotating lin. soft.		450	
Cervenka, fixed	743	472	467
Reynouard		~500	
Pankaj		590	
Yankelevsky	8390	3200	1150

\* K=0, d=150mm

た、ひびわれ面でのせん断は無視し、モード I のひびわれ状態のみを考えることとした。ひびわれ以外はすべて線形弾性体として扱った。解析は2つのケース (Case A:  $a = 2d$ , Case B:  $a = d, d = 150\text{mm}$ ) について行なった。得られた荷重-変位曲線を図-3に示す。いずれのケースの場合も最大荷重点付近で曲線が乱れているのは、ひびわれの進展により生じた不平衡力が完全には再配分されていないためと考えられる。

#### 4. 他の研究者の解析結果

表-1には、1990年10月までにすでに応募された解析結果の一部を筆者等の結果とともに示す。また、図-4にはデルフト工科大学のグループ (表-1中、Feenstra) による荷重-変位曲線 (図-3中の Case B に相当) を示す。

筆者等は非常に簡単なモデルを用いて解析したが、その結果は他の研究者の結果と大きな差はないことがわかった。

#### 5. あとがき

応募された解析結果については、1991年6月にオランダで行なわれる国際会議中に討議される予定である。その結果や実験結果との対比については、講演当日に報告したい。

#### 【参考文献】

- 1) RILEM TC 90-FMA: Round-Robin Analysis of Anchor Bolts - Invitation, Materials and Structures, Vol. 23, No. 133, p. 78, 1990.

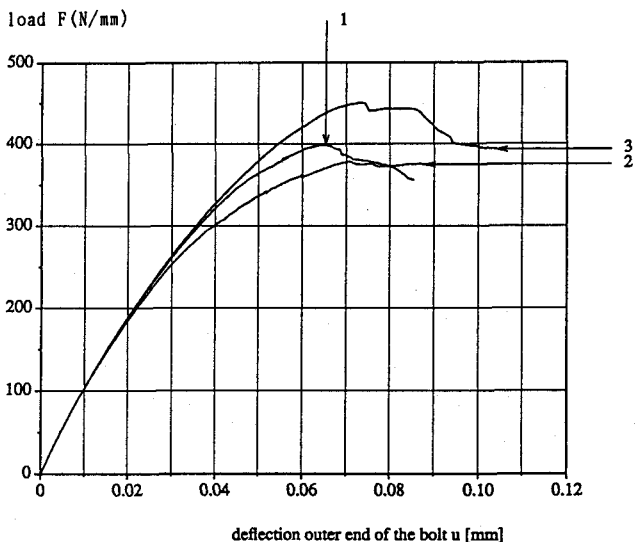


図-4 Feenstra等の荷重-変位曲線 ( $a = d = 150\text{mm}$ )

1. fixed cracks with linear softening  $F_{max} = 398.2$  [N]
2. fixed cracks with nonlinear softening  $F_{max} = 375.6$  [N]
3. rotating cracks with linear softening  $F_{max} = 450.0$  [N]