

新潟大学 正員 丹 泰美
同大学院 学生員 〇後藤 勇夫

1. まえがき

鉄筋コンクリート梁のせん断破壊に関する研究は、クラック発生後の内力系が不静定になることなどにより、理論的に解析することは容易ではない。本研究では、有限要素法 (F.E.M.) を用いて、はりせい比 (α_d) = 2 の実験結果に基づいて、梁にせん断クラックが発生した後の、クラック附近の応力を解析し、R.C. 梁のせん断破壊機構解明に資せんとするものである。

2. 実験供試体及び実験結果

実験に用いた供試体は、無腹筋・単鉄筋梁で、詳細は Fig. 1 に示されている。コンクリートの配合及び材料強度は Table 1 & 2 に示す通りである。破壊荷重 (P_{max}) は 6.7 t であり、脆性的に破壊した。梁のクラック発生状況は Fig. 2 に示す通りであり、図中の数値は、クラック発見時の荷重及び位置を示す。グラフは各測点での測定値であり、鉄筋は降伏応力に達しておらず、コンクリートも圧縮強度内であった。グラフからも梁が破壊直前まで弾性的であり、脆性的に破壊した事がわかる。

Fig. 1 SIZES AND SHAPES OF THE SPECIMENS

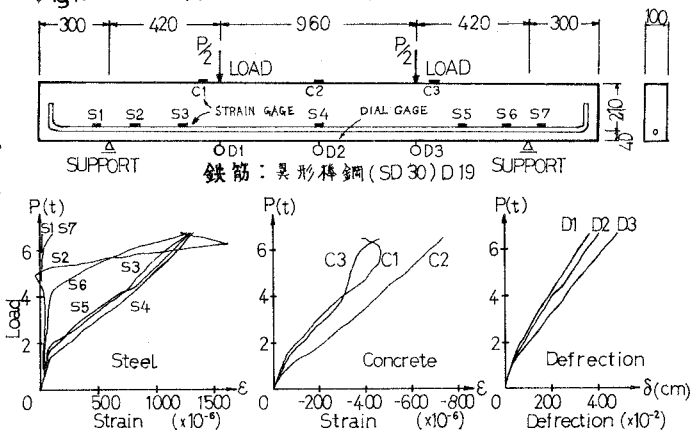


Table 1 MIX PROPORTION OF CONCRETE

粗骨材 最大寸法 mm	スランプ cm	空気量 %	水セメント比 %	細骨材率 %	単位量 kg/m ³			
					水	セメント	細骨材	粗骨材
25	5-12	2-3	55	38	178	325	690	1150

Table 2 ELEMENT PROPERTIES

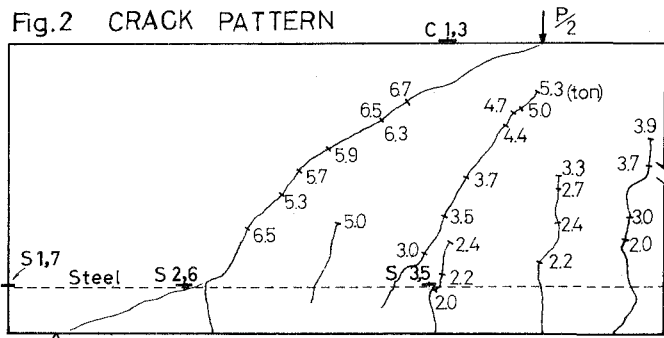
CONCRETE					STEEL			
σ_c kg/cm ²	ϵ_c kg/cm ²	σ_s kg/cm ²	E_c kg/cm ²	ν_c	σ_s kg/cm ²	E_s kg/cm ²	ν_s	
368.0	28.0	46.1	2.4×10^6	0.15	3403.5	2.1×10^6	0.30	

3. F.E.M. 解析モデル及び解析

解析は破壊側せん断領域のみを対象に行う。Fig. 3 は Fig. 2 に基づいて F.E.M. モデル (2 次元 3 角形 6 節点要素) に分割したものである。図中の A, B, C, D は、解析したクラックの先端位置を示し、それぞれ A, B, C, D モデルと名付ける。Fig. 3 は D モデルである。D モデルと同じクラック位置で、鉄筋の定着部 (図中に斜線で示す) を破壊させ、その部分の要素を取り除いたモデルを E モデルとする。

荷重はいずれの場合も、 $P_{max}/2 = 3350$ kg で、平面応力状態で解析した。

Fig. 2 CRACK PATTERN



4. 解析結果及び考察

今回の解析は一定の荷重(破壊荷重)を加えて、クラック先端位置を、徐々に進行させる事により、クラック附近の応力分布の変化を調べたものであり、Fig.4は各断面(1~5)でのA~Eモデルの σ_x 分布を示している。これより、それぞれの断面においてクラック先端が通過する以前ではクラック先端が近づくにつれ、上縁の圧縮応力が増加し、通過後は、徐々に減少し、引張応力となることと見えあることが解る。

この引張応力も、せん断破壊の要因になりえるが、今回の場合は、Eモデル(定着部破壊モデル)だけに生じており、それもあまり大きな値ではなかった。

Fig.2から解る様に破壊直前($P=6.7t$)まで、せん断クラックの先端はストレージC1&3の位置(断面3と4の間)を通過していない。このクラック状態を再現したモデルがAである。しかし実際のC1&3の挙動はFig.1のグラフから解る様に、 $P=6.7t$ 以前にクラック先端がゲージ位置を通過したものと考えられる。Aモデルのせん断クラック先端の主引張応力も大きな値となっており、クラックがさらに伸びる事を示していた。この事より、目で観察しえる以上に実際には、invisibleなクラックが先の方まで、伸びているのではないかと思われる。

クラックを伸ばすにつれて、クラック先端の引張応力は小さくなるが、逆に上縁の圧縮応力は増加してくる。この様子はFig.4&5に示されている。又DとEモデルを比較すると、鉄筋の定着部を破壊することにより、上縁の圧縮応力が、急激に増加する事が解る。

よって、コンクリートの鉄筋定着部における、付着応力及びdowel action(主鉄筋のほぞ作用)による破壊が、せん断破壊の1つの誘因となりえる事を示していると思われる。

Fig.3 F.E.M. MODEL(D)

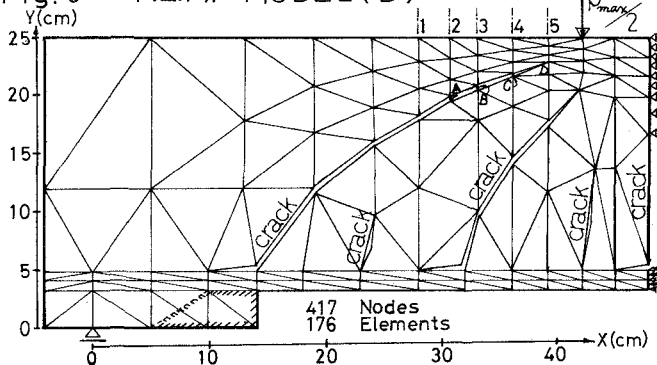


Fig.4 DISTRIBUTION of σ_x

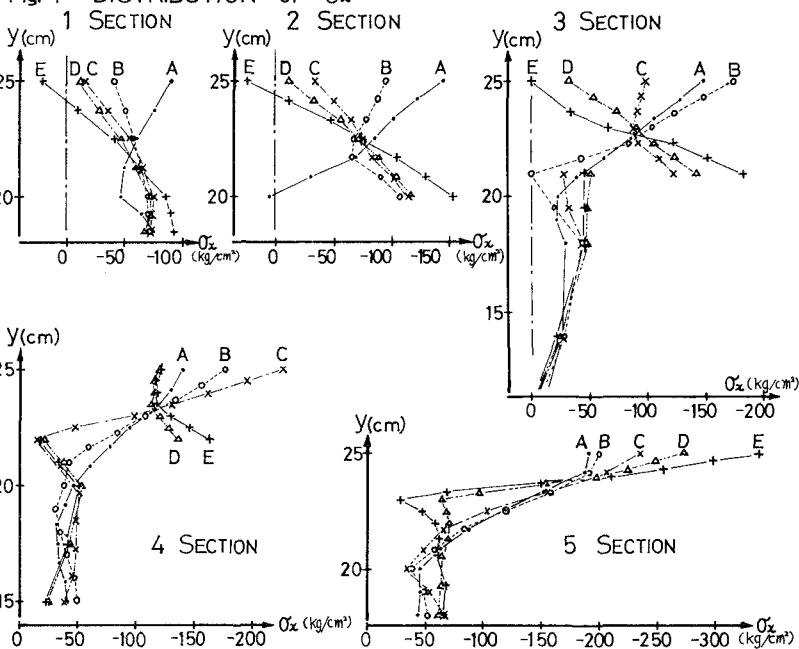


Fig.5 σ_x DISTRIBUTION at SECTION of TOP of CRACK

