

広島大学 正員 〇田 沢 栄 一
正員 米 倉 亜州夫

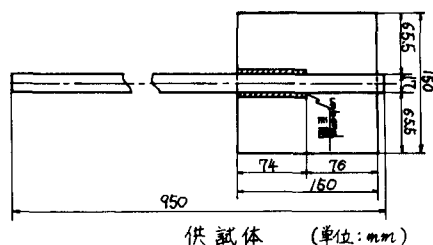
1. まえがき

鉄筋の付着性状については静的載荷によるデータが大部分であり、まして繰り返し載荷を行った結果はほとんど発表されていない。衝撃による引抜付着については Hjorth の研究¹⁾、Hansen らの研究²⁾があり、衝撃引抜による繰り返し載荷については、Perry らが報告しているが³⁾、載荷方法や載荷速度が対象とする破壊現象と必ずしも対応していない。本報告は地震力の持続時間が $0.1 \sim 10 \text{ ms}$ の範囲であることを考慮し、落錐式衝撃試験機により、載荷時間が約 2 ms の条件で行った引抜付着特性について述べる。繰り返し条件は低サイクル域とし、同様に低サイクル繰り返しを行った静的付着疲労特性との比較を行った。国鉄の膨大な調査によると新幹線の RC 桁は短スパンほど疲労が激しいことが指摘され、その原因は長スパンより載荷回数が多くなるためと説明されて来た。しかし、それ以外にも短スパン桁では載荷が衝撃的に生ずるため、鉄筋の付着疲労が早まっていることが考えられる。このような短スパン桁について載荷持続時間の実測データが定かではないが、列車速度などから推定してみると、本報告の 2 ms と静的載荷の間になるはずで、この意味でも何らかの参考資料を提供するものと考えた。

実験の結果、繰り返し衝撃載荷による鉄筋の低サイクル引抜き付着疲労は、同一平均付着応力で比較して、静的載荷に比べ破壊が早く進行することが明らかになった。この実験事実、Perry らが報告した付着応力分布の相異からも十分うなずけることである。すなわち、衝撃載荷では付着応力の集中が静的載荷の場合より大きいこととこの原因と考えられる。

2. 実験方法

引抜試験用供試体は、図-1 に示す 150 mm 立方のものを用いた。SD-30 の 19 mm 異型棒鋼を埋め込んだが、引抜端は 74 mm のアンボンド区間を設け、残る 76 mm の付着区間の平均付着力を求めた。載荷板は 50 mm の円形開口を持つものとし、球差を設けた。



供試体 (単位: mm)

図-1 引抜試験用供試体

衝撃載荷には図-2 に示す落錐式衝撃試験機を用いた。落下高さと引抜き力の関係は、鉄筋にストレインゲージをはり動ひすみを測定して求めた。静的引抜載荷には 200 t 万能試験機を用いた。引抜量は $\frac{1}{1000} \text{ mm}$ のダイヤルゲージを用い、鉄筋の非載荷端で測定した。

供試コンクリートは 20 mm の可部産碎石 (比重 2.73) と海砂 (比重 2.51)、普通ポルトランドセメントを用い、表-1 に示す配合のものを使用した。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 Poz.mosL
		W	C	S	G		
60	45	190	317	745	996	0.81	

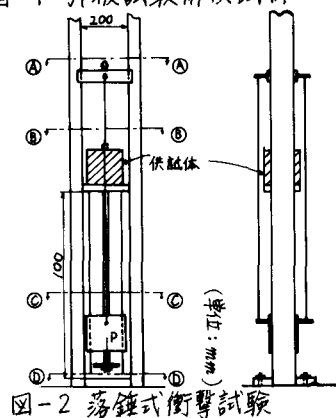


図-2 落錐式衝撃試験

載荷は引抜き量 $250\mu\text{m}$ (δ_{250} と略記) を目標とし、静的載荷、衝撃載荷 (サフィックスで示す)、静的繰返し載荷、衝撃繰返し載荷を比較した。応力比は低サイクル疲労を目標としたので、65%以上とした。

3. 実験結果

図-3は落下衝撃時の動ひずみの一例である。この図の最大ひずみから、衝撃引張力を求めた。載荷時間は落下高さ $10\sim 60\text{cm}$ の範囲で $2.10\sim 2.29\text{ms}$ であった。

図-4は繰返し数と引抜き量の関係も、静的載荷、衝撃載荷について比較したものである。繰返し衝撃載荷では、引き抜けが観測され始めると極めて急速に引抜けが起ることがこの図から明らかである。衝撃載荷による引抜き抵抗が静的載荷の場合に比べ局部的に生ずるという Perry の実験結果からみても、このような引抜き性状の相異はうなずけるものである。

図-5は静的載荷、衝撃載荷共に1回で $250\mu\text{m}$ 引抜けた時の平均付着応力度 (T_{250} 又は T_{i250}) に対する応力比と繰返し数 ($\log N_{250}$, $\log N_{i250}$) の関係を示したものである。繰返し衝撃載荷の方が同一応力比に対する繰返し数は少なくなる。つまり衝撃的な荷重による方が鉄筋の引抜き疲労は早く進行する。この理由も図-4で述べた事実で説明できる。大きな応力集中を起す載荷方法ほど、局部の破壊が早く進行するとすれば、理解は容易である。短スパンのRC鉄道橋の疲労が早くなる現象も、繰返し数ばかりでなく、このような付着疲労特性の相異にも関係していることが考えられる。上記の取扱いは、1回で引抜く時の平均付着応力が静的載荷と衝撃載荷で異なることを無視している。また引抜き量 $250\mu\text{m}$ の必然性も今一つはっきりしていない。しかし、以上述べた実験事実がRC構造物の疲労を動的な現象と考えて今後なお検討する必要があることを示していると考えられる。

参考文献

- 1) Hjorth, O., "Ein Beitrag zur Frage der Festigkeiten und des Verbundverhaltens von Stahl und Beton bei hohen Beanspruchungsgeschwindigkeiten", Dissertation, Technische Universität Braunschweig, 1976.
- 2) Hansen, R. J., et al "Behaviour of bond under dynamic loading", J. of ACI 1962, April
- 3) Perry, E. S., et al "Pull-out bond stress distribution under static and dynamic repeated loading", J. of ACI 1969, May

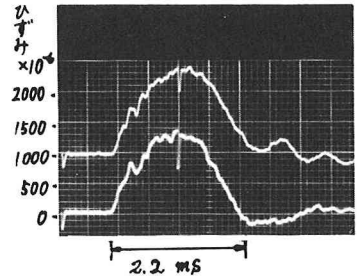


図-3 衝撃載荷時動ひずみ測定例

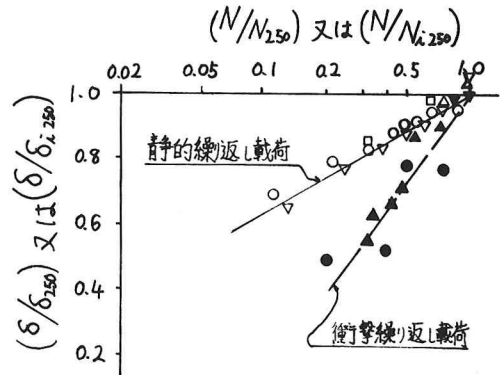


図-4 $\log(N/N_{250})$ と (δ/δ_{250}) の関係

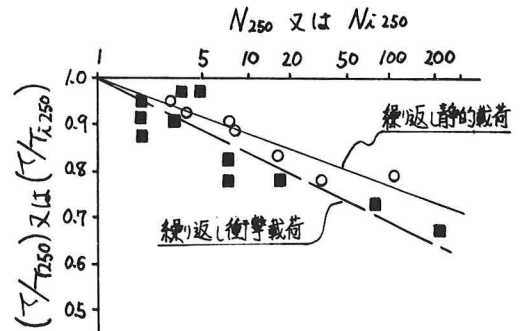


図-5 T/T_{250} と N_{250} の関係