

V-78 載荷速度が鉄筋の付着特性におよぼす影響

埼玉大学 正会員 陸好宏史

埼玉大学 正会員 町田篤彦

鹿島建設 根岸範明

1. まえがき

地震あるいは衝突のような動的外力を受けるRC部材の研究は近年盛んに行われ、載荷速度がコンクリートや鉄筋あるいはRC部材の力学的性状におよぼす影響が明らかにされるとともに、その機構も現在解明されつつある。しかし、RC部材の力学的性状を解明する上で重要であると思われる、鉄筋とコンクリートの付着に関しては、載荷速度による影響を明確にした研究は現在のところ極めて少ない。本研究は、鉄筋の動的一方向引き抜き試験を行い、載荷速度が1) 付着応力-すべり量関係、2) 鉄筋の局部付着応力分布およびすべり量分布におよぼす影響を実験的に明らかにするとともに、動的外力下における付着特性を材料のひずみ速度効果を用いて定量的に明確にしたものである。

2. 実験概要

動的付着実験に用いた供試体は、図-1に示すように、帯鉄筋で補強されたコンクリート柱に鉄筋の片側を埋め込んだものである。実験に供した鉄筋はD10、D13およびD16の3種類で、定着長をそれぞれ15Dおよび30D（D：鉄筋径）とした。使用したコンクリートは、W/C=70%、粗骨材の最大寸法を12.5mmとし、目標スランブが8cm、設計強度が300kg/cm²となるように配合設計したものである。コンクリートは鉄筋の軸線方向に打ち込み、材令2週間程度で実験を行った。実験時におけるコンクリートの圧縮強度は290～300 kg/cm²であった。実験は図-2に示すように、コンクリート部を反力床に固定し、鉄筋の先端を50 tonアクチュエーターにより一方向に引張載荷することによって行った。載荷方法は、非定着域の鉄筋のひずみ速度がそれぞれ0.01, 5.0, 20.0 %/sec となるように、アクチュエーターのクロスヘッドの変位速度を制御して実験を行った。実験要因を表-1に示す。測定項目は、荷重、荷重端および自由端における鉄筋のすべり量、非定着域およびコンクリート中の鉄筋のひずみ等である。コンクリート中の鉄筋のひずみは、荷重端より5Dの間隔で貼付したひずみゲージにより測定した。得られたデータはすべてデータレコーダに収録し、その後A/D変換を行った。

3. 載荷速度が付着応力-すべり関係におよぼす影響

図-3は設定ひずみ速度が0.01%/sec と20%/sec の場合について、荷重端から5Dおよび5Dから10Dの範囲における平均付着応力と平均すべり量の関係を示したものである。荷重端から5Dの範囲では、載荷速度の上昇とともに同一すべり量における付着応力は増大することが分かる。一方、5Dから10Dの範囲では、付着応力は載荷速度に拘わらずほぼ同程度の値を示している。図-4は、非定着域の鉄筋が降伏する時のコンクリート中の鉄筋の付着応力分布を示したものである。図から分かるように、荷重端から5Dの範囲では載荷速度の上昇とともに、付着応力は増大している。5Dから10Dの範囲では、付着応力は静的と動的ではほとんど変わらず、10Dから15Dでは、静的の方がやや大きい傾向にある。さらに、15D以降では載荷速度による影響は全く見られなかった。このような現象はすべての供試体についてみられたのであって、載荷速

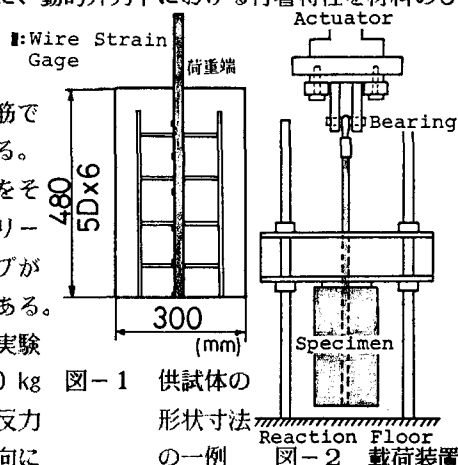


図-1 供試体の

形状寸法

の一例

図-2 載荷装置

表-1 実験要因

Type of Steel Bar	Development Length	Nominal Strain Rate (%/sec)
D 10 D 13 D 16	15 D (D: Diameter of Steel Bar)	0.01
		5.0
		20.0
	30 D	0.01
		5.0
		20.0

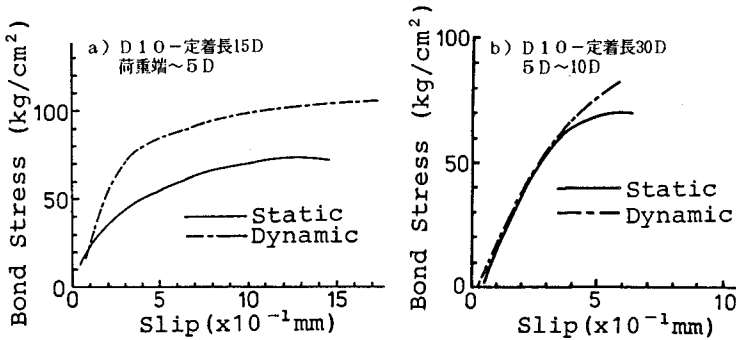


図-3 局部平均付着応力と局部平均すべり量の関係

度が付着特性に影響をおよぼすのは、荷重端から5Dの範囲において最も大きく、それ以降自由端側にいくに従って、その影響はほとんどないと言える。図-5は非定着域の鉄筋が降伏する時における鉄筋の局部相対すべり量分布を示したものである。図より、荷重端に近い程、載荷速度の上昇とともに鉄筋とコンクリートの相対すべりは小さくなる傾向がある。即ち、動的荷重下における鉄筋の引き抜け量は静的の場合に比べて小さくなるのである。

4. 材料のひずみ速度効果が付着強度におよぼす影響

載荷速度の上昇に伴う付着強度の増大をひずみ速度効果による材料特性の変化から検討することにする。いま、荷重端から5Dの位置において、鉄筋に貼付したひずみゲージからひずみ速度を求め、既に求めておいたコンクリートの圧縮強度とひずみ速度の関係から、測定されたひずみ速度に相当するコンクリートの動的圧縮強度を求めた。表-2はこのようにして得られたコンクリートの静的圧縮強度に対する動的圧縮強度の比と、荷重端から5Dの範囲における静的付着強度に対する動的付着強度の上昇率とを示したものである。表に示すように、載荷速度の上昇による付着強度とコンクリートの圧縮強度の増大率はほぼ同程度であると言える。すなわち、載荷速度による付着応力の上昇は、鉄筋のふしがコンクリートを急速に圧縮することから、コンクリートの圧縮強度が上昇し、その結果付着応力が増大したのである。

5. 結論

- 1) 載荷速度が付着特性に影響をおよぼすのは、荷重端から5Dの範囲において最も大きく、それ以降自由端側にいくに従い、載荷速度の影響はほとんどない。
- 2) 動的荷重下における鉄筋のすべりおよび引き抜け量は静的の場合に比べて小さくなる。
- 3) 載荷速度による付着応力の上昇は、ひずみ速度効果によるコンクリートの圧縮強度の増大が主な原因であると考えられる。

本研究は、文部省科学研究費（奨励研究（A））、課題番号60750440）によって行われたものである。ここに記して謝意を表する。

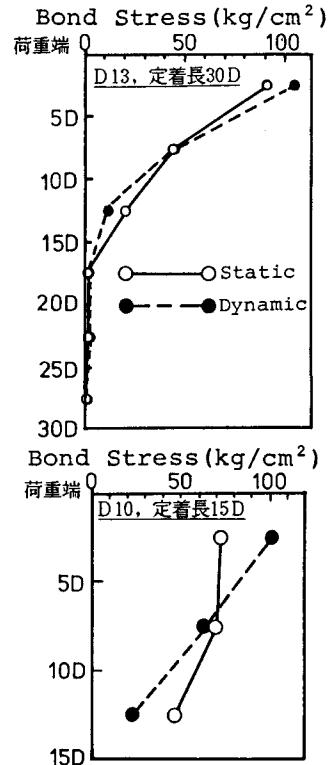


図-4 付着応力の分布

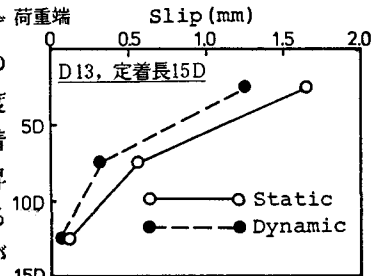


図-5 鉄筋のすべり量の分布

表-2 載荷速度による各強度の上昇率

Specimen No.	Measured Strain Rate (1/sec)	Increasing Rate of Bond Stress	Increasing Rate of Compressive Strength
D10-150	0.0055 11.57	1.37	1.33
D10-300	0.0035 12.81	1.98	1.34
D13-150	0.0048 21.76	1.41	1.37
D13-300	0.0024 17.25	1.18	1.33
D16-150	0.0013 17.25	1.04	1.35
D16-300	0.0012 18.38	1.29	1.36

Note, 150 and 300 indicate the development length.