

大阪市立大学工学部 正会員 実森 伸一
大阪市立大学工学部 正会員 西堀 忠信

1. まえがき

鉄筋コンクリート梁における重ね継手は、付着によって鉄筋に作用する引張力がコンクリートを介して伝達され、一方、それはかぶりコンクリートの割裂ひびわれを発生し破壊する。したがって、付着特性と共に鉄筋およびその周囲の力学的特性が継手の強度を支配する主な要因であり、またこれらの2つの要因は互いに影響し合うものと考えられる。

本研究は、付着に大きな影響をもつブリージングに関するスランブと鉄筋下に打設されるコンクリート深さを変化させ、梁底面に平行に配置された重ね継手と鉛直に配置された重ね継手の継手強度および付着応力分布を実験によって検討したものである。

2. 実験概要

実験は、図-1に示すように2点载荷された梁の中央部のモーメント・スパンに重ね継手を設けた梁供試体によって行なった。使用したコンクリートはスランブの異なる2種類の配合のものを用いた。それらの示方配合は表-1に示す通りである。コンクリートの強度は平均でスランブ8cmでは36.1MPa、スランブ21cmでは26.4MPaでありほぼ同程度の強度であった。使用鉄筋はSD35級のD19のもの2本としその内の1本は鉄筋を半割りにしそこに設けた小さな溝にゲージを貼付し再び貼り合わせたものを用いた。継手長さはいずれも30cmとし、継手区間には2.5cm間隔にストレインゲージを貼付した。なお、鉄筋のかぶりは5cmとした。鉄筋下に打設されるコンクリートの深さを2種類とし、ACIに準じ上端筋(Top Bar)は30cm、下端筋(Bottom Bar)は5cmとした。鉄筋の配置は図-1に示すように2本の鉄筋が打設面に対して平行に並んでいるものと、垂直に重ねて継がれているものの2種類とし、前者を面平行(Face-Parallel)、後者を面垂直(Face-Perpendicular)と名づけた。重ね合せ長さは30cmとし重ね継手の両端に切欠き部を設け、この点で鉄筋の载荷端ずれを測定した。荷重は250kgfづつ、梁が破壊するかまたは鉄筋が降伏点に達するまで増加し、各荷重段階毎に鉄筋のひずみと鉄筋の载荷端ずれを測定・記録した。

3. 実験結果および考察

上端筋一面平行-スランブ21の供試体のみ破壊し、他の7本は破壊に至らなかったが、上端筋の3本と下端筋の面平行の1本には継手に沿ったひびわれが底面と側面の両方認められた。図-2は継手区間内の鉄筋応力分布を示したものである。荷重の小さい段階では2本の鉄筋応力の和が継手の中央部で著しく小さく、コンクリートが引張力の大部分を分担し、コンクリートの引張力の分担の比率が小さくなっていることを示している。図-3は各荷重段階の付着応力度分布図の1例である。図より明らかに荷重の小さい段階では载荷端付近にしか付着応力が生じないが、荷重が増加すると最大付着応

表-1 示方配合

旧骨材の最大寸法 (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (Kg/m ³)			
					W	C	S	G
15	8	2	50	49	195	390	828	899
15	21	2	50	49	220	439	777	844

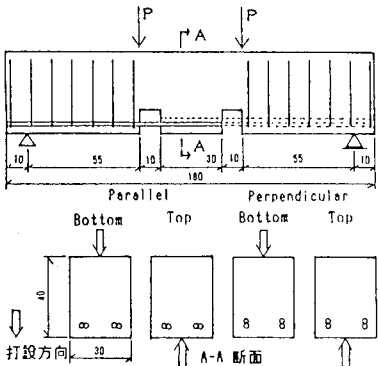


図-1 供試体

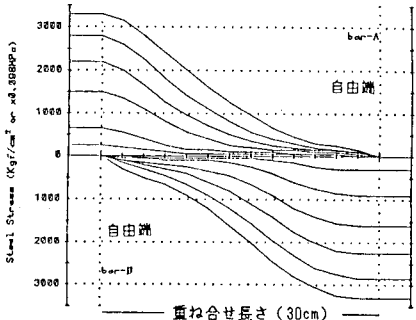


図-2 鉄筋応力分布

力、付着応力の作用する範囲共増加する。また表-2は各ずれ段階における $\tau_{max} / \bar{\tau}$ である。これらより分布は荷重段階によって山形からしだいに矩形に近い形に変化している。これは τ_{max} には限界がありそれ以上は頭打ちとなることによると考えられ、終局状態では $\tau_{max} / \bar{\tau} \approx 1$ となる。図-4は同じ継手形式、スランブで打設位置の異なる2実験の切欠き部の σ -ずれ図である。また図-5は τ_{max} -ずれ図である。実線が下端筋、破線は上端筋である。これらの図は上端筋が下端筋に比してずれやすく、 τ_{max} の限界も低いことを示している。この付着強度の低下の割合は0.254mmずれ時(ACI基準)の $\bar{\tau}$ 比を用いると68-118%となった。

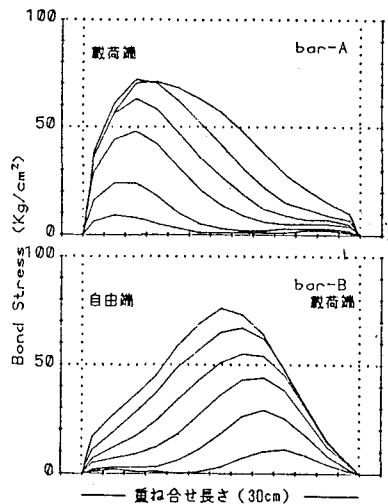


図-3 付着応力分布

打設位置の場合と同様の比較をすると下端筋ではスランブの付着強度に対する影響はほとんど認められなかった。しかし上端筋ではスランブ21cmはスランブ8cmに比べて付着強度の低下を示し、その $\bar{\tau}$ 比は面平行、垂直でそれぞれ68%、86%となった。同様の比較で上端筋では継手形式の影響がほとんど認められなかったのに対し、下端筋ではスランブ21cm、スランブ8cmにおいてそれぞれ $\bar{\tau}$ 比が66%(0.127mmずれ時)、56%と面平行が面垂直に比べて劣る結果となった。ACIにおいては打設位置の影響が考慮されており、終局付着応力度 U_u を上端筋については下端筋の70%として重ね合せ長さを規定している。本実験ではほとんどが破壊に至らなかったが、 $U_u B = 32.5 \text{ Kg/cm}$, $U_u T = 22.7 \text{ Kg/cm}$ となる。実験では終局に至らず終局平均付着応力度 $\bar{\tau}_u$ が不明なものもあるが $\bar{\tau}_u = (\tau_{max})_{max}$ として U_u と $\bar{\tau}_u$ の比較をおこなった。表-3にその結果を示す。

4. まとめ

継手形式の影響は上端筋より下端筋において顕著で、面平行が垂直に比して劣る結果となった。付着応力度分布は荷重によって変化し、載荷端付近に頂点をもつ山形分布をし、山形の頂点が限界に達するとその値は変化せず、位置を自由端方向へ移しそれとともに矩形分布に近づいていった。上端筋は下端筋に較べて付着強度が小さく、その割合は載荷端ずれ0.25mm時の平均付着応力度比で63~118%であった。下端筋では、スランブの付着特性に対する影響はほとんど認められなかった。それに対して上端筋では、スランブの影響が認められ、その影響は面垂直より横に幅広い面平行が顕著であった。実験結果はACIの重ね継手の規定において上端筋が下端筋の70%の付着強度であるという規定とほぼ一致する。しかし、下端筋の実験値は規定値の2.2倍以上であった。

表-2 各ずれ段階における $\tau_{max} / \bar{\tau}$

載荷端ずれ	0.063mm	0.0127mm	0.190mm	0.254mm
$\tau_{max} / \bar{\tau}$	2.05	1.83	1.69	1.51

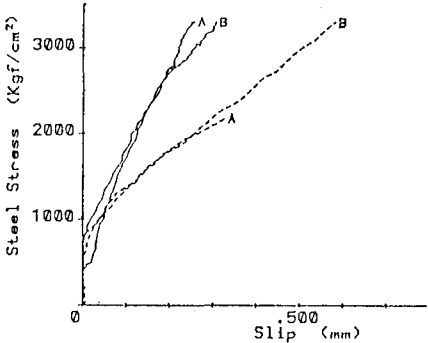


図-4 σ -ずれ 曲線

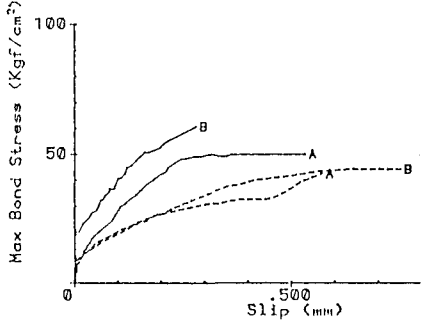


図-5 τ_{max} -ずれ 曲線

表-3 ACI 規定との比較

τ_u / U_u	Top	Bottom
Face-Parallel	21 1.92	1.71 $\leq$
Face-Parallel	8 2.69 $\leq$	1.77 $\leq$
Face-Perpendicular	21 1.61	1.94 $\leq$
Face-Perpendicular	8 1.64	2.20