

打継目の鋼板補強におけるグラウトの品質

群馬大学 工学部 辻 幸和*
 群馬大学 大学院 松浪 康行*
 群馬大学 工学部 橋本 親典*
 群馬大学 工学部 杉山 隆文*

本研究は、鉄筋コンクリート（RC）構造物を建造するにあたり避けることができない新旧コンクリートの打継目に着目し、まず、鉛直打継目が存在すると、RCはりのせん断耐力が低下することを示す。その後、鉛直打継目を有するRCはり供試体に鋼板補強を行い、せん断耐力の向上を図る場合において、鋼板とコンクリートの間に充てんするグラウトの品質等が、鋼板補強効果に及ぼす影響について実験的に検討する。

1. はじめに

阪神・淡路大震災では、多くの鉄筋コンクリートの橋脚が多大な被害を受けた。特に、引張鉄筋を定着するいわゆる段落し部と鉄筋の継手箇所が打継目の近傍にある橋脚において、顕著であった。コンクリート構造物には、新旧コンクリートの打継目が存在し、構造物の弱点となる場合がある。そのため、打継目の性能評価やその補強方法が、急務な検討課題の一つに挙げられている。従来、既設構造物の補強工法として一般的な鋼板補強では、鋼板とコンクリートの間に充てんするグラウトは、充てん性のみが重視され、その他の品質はあまり研究の対象にならなかった。

本研究では、打継目に配置した鋼板が内部のコンクリートと一体化するために必要なグラウトの品質についても着目し、せん断スパン内に鉛直打継目を有する小型鉄筋コンクリート（RC）はり供試体を作製し、鋼板の厚さと幅や他の金属板の種類を変えて、鋼板補強によるRCはりのせん断耐力の向上について実験的に検討する。

2. 実験概要

はり供試体は、図-1に示すように、幅が15cm、高さが20cmの矩形断面で、長さが120cmのものを用了。軸方向鉄筋には、D16およびD10の異形鉄筋

（SD345およびSD295B）を、それぞれ引張側および圧縮側に使用した。有効高さは17cmである。

鉛直打継目は、主としてせん断スパン中央に設け、せん断スパン内には、D6のスターラップを6cm間隔で、片側4本ずつ配置した。

打継面の処理方法は、旧コンクリートの材齢1日にグリーンカットした。さらに材齢3日で新コンクリートを打ち込み、はり供試体を作製した。その後、鋼板を装着し、はりと鋼板の約5mmの隙間にグラウトを注入し、はり供試体の材齢が28日以上かつグラウトに所定の強度が得られた時点で、支点間距離を100cm、せん断スパンを30cmとして2点集中載荷を行い、はりのせん断性状を検討した。その間の養生は、室内の湿布養生とした。

なお、鉛直打継目の位置を変えたはり供試体では、支点間距離を100cm、せん断スパンを40cmとして2点集中載荷を行った。また、旧コンクリートは材齢28日まで湿布養生を行った後、打継面の汚れやレイトランスをワイヤブラシで除去した後に、新コンクリートを打ち込んだ。そして、新コンクリートを材齢28日まで湿布養生を行った後、載荷試験を行った。

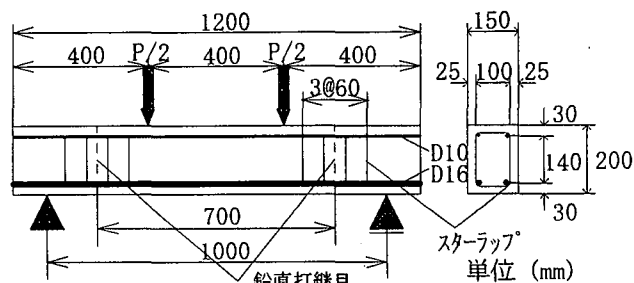


図-1 はり供試体の断面形状寸法と載荷方法

キーワード：せん断耐力、打継目、鋼板補強

*群馬大学 工学部、Tel. 0277-30-1610~1612

表－１ 鉄筋の力学的性質

	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 ($\times 10^6$ N/mm ²)
D6	394.0	540.0	0.20
D10	347.6	491.9	0.17
D16	384.8	557.6	0.19

表－２ 金属板の力学的性質

	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 ($\times 10^6$ N/mm ²)
鋼	245	400～510	0.21
真鍮	147	353～441	0.10
アルミニウム	74	94～127	0.07

表－３ グラウトの品質

種類	一般	高強度
圧縮強度(N/mm ²)	20.2	52.7
流動性	JA漏斗, 17秒	JIS R5201, 300mm
ブリーディング(%)	0.31	0
膨張率(%)	1.52	0.23

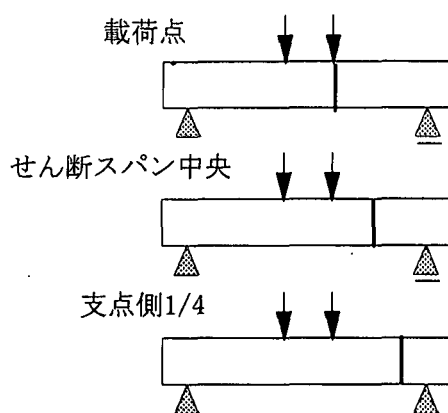
鉄筋の品質を、表－１に示す。コンクリートは、水セメント比が45～50%、単位水量が163～175kg/m³、細骨材率が42.3～47.4%のもので、A E減水剤を用い、スランプは約8cm、空気量は約4%であった。

鉛直打継目の補強材には、SS400の鋼板以外に、強度とヤング係数が及ぼす影響を検討するために、アルミニウムと真鍮も用いた。これらの力学的性質を、表－２に示す。補強材の金属板の厚さは1.0mmで、幅は100mmと一定にしたが、鋼材では、厚さが0.6mmと3.2mm、幅が200mmのものも用いた。

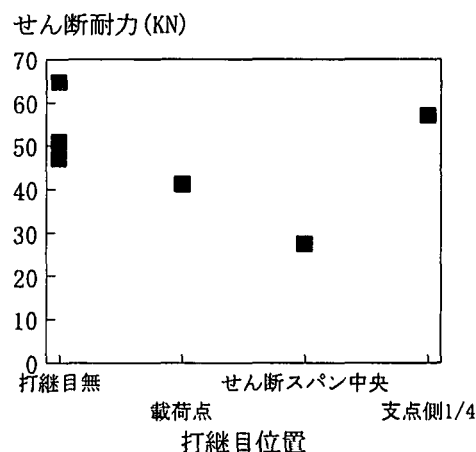
グラウトは、圧縮強度が一般の20N/mm²と高強度の50N/mm²のものを用いた。これらの品質を、表－３に示す。高強度グラウトはモルタルのため、その流動性をJA漏斗では測定できなかった。JIS R5201のフローコーンに詰めて、引き上げたときに広がった互いに直角方向の直径を平均したフロー値で、流動性を示した。

3. 鉛直打継目を有するRCはりのせん断耐力

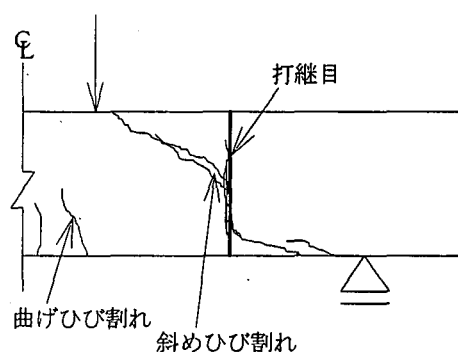
図－２に示す鉛直打継目の位置と、RCはりのせん断圧縮破壊時のせん断力のせん断耐力との関係を、図－３に示す。この図は、既に報告した実験結果¹⁾をまとめ直したものである。せん断耐力は、打継面に打継材を用いなくて打ち継いだ荷点およびせん断スパン中央位置に打継目を有するRCはりにおいて、小さくなっている。これは、打継目の位置が載



図－２ 鉛直打継目の位置を変えたはり供試体の形状寸法および荷重方法



図－３ せん断スパン内に鉛直打継目を有するRCはりのせん断耐力



図－４ せん断スパン中央に鉛直打継目を有するRCはりの破壊時におけるひび割れ状況

荷点の場合、鉛直打継目で曲げひび割れが曲げモーメント一定の区間より先に生じた後、新コンクリート側が多くのせん断力を負担したために、斜めひび割れが小さなせん断力で発生し、そのためせん断耐力の低下を促したものと考えられる。また、せん断スパン中央位置に打継目を有するRCはりでは、図－４に示すように、打継目の曲げひび割れが斜めひび割れに発達するに際し、鉛直打継目を横切らずに、鉛直打継目に沿って引張鉄筋付近まで進展し、その後

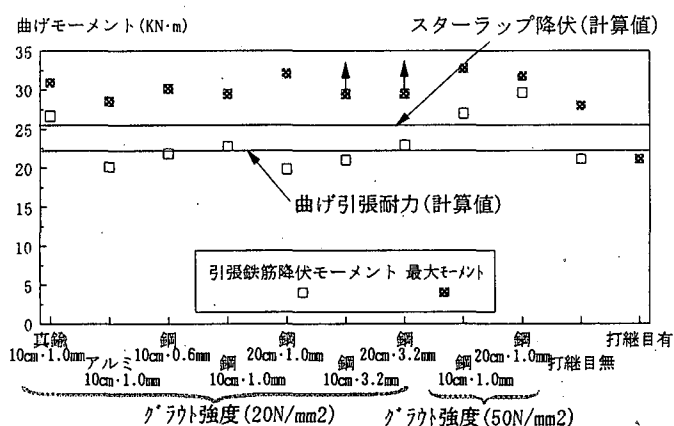


図-5 補強したRCはりの破壊曲げモーメント

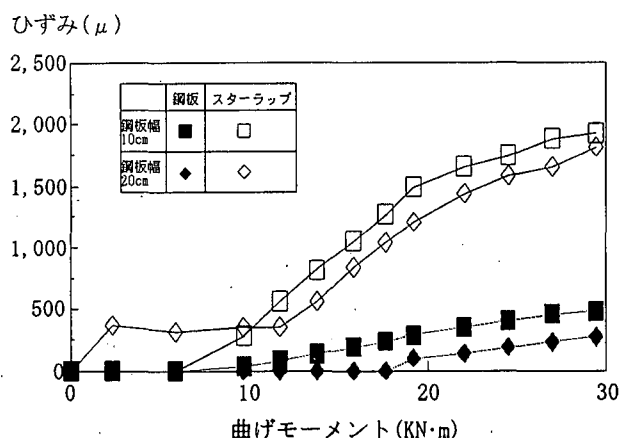


図-7 鋼板とスターラップのひずみ

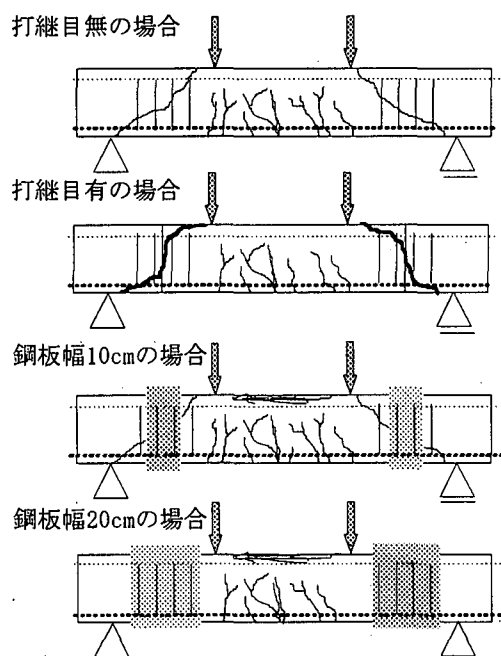


図-6 鋼板補強したRCはりの破壊時におけるひび割れ発生状況

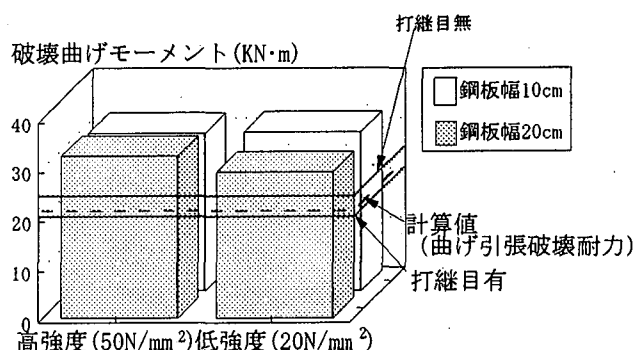


図-8 グラウトの品質と鋼板補強RCはりの破壊曲げモーメント

固定した。図中には、ワイヤストレーンゲージにより判定した引張鉄筋が降伏した曲げモーメントについても示している。

図-5より、3. で述べたように、せん断スパン中央位置に鉛直打継目のあるRCはり、引張鉄筋が降伏する前に、斜めひび割れが発生してせん断圧縮破壊を生じ、約20%の強度低下を生じた。斜めひび割れの発生は、破壊荷重の約50%の時に生じ、打継目のないRCはりの18KN-mに比べて、約55%と小さい荷重で生じた。なお、打継目のないRCはりも、図-6に示すように、斜めひび割れが発達しているが、引張鉄筋が降伏した荷重よりも少し大きい荷重で曲げ引張破壊したと判定された。

真鍮、アルミニウムあるいは鋼により鉛直打継目を補強すると、鉛直打継目がないRCはり以上の破壊曲げモーメントが得られた。その破壊型式も、先ず引張鉄筋が降伏し、その後圧縮側コンクリートが圧壊する曲げ引張破壊となった。なお、厚さが1.0mmで幅が10cmの補強用金属の種類を変えても、曲げ引張破壊となったため、引張鉄筋の降伏時の曲げモーメントおよび破壊曲げモーメントともほとんど変化

に新コンクリート側の引張鉄筋の近くにおいてコンクリートが割裂に近い破壊を示したことによる。すなわち、打継目の接着強度が不十分な打継目位置においてせん断力により大きなずれを生じたことが、RCはりのせん断耐力を低下させたと考えられる。

4. 鋼板補強によるせん断耐力の向上

各種の金属板とグラウトにより鉛直打継目を補強したRCはりの破壊時の曲げモーメントを一覧に示したのが、図-5である。この図には、補強していない打継目を有するRCはり、および打継目のないRCはりについても示している。鉛直打継目の位置は、3. の結果より、せん断スパン中央位置に

していない。そして、幅が10cmの鋼板の厚さを0.6mmから3.2mmまで変化させた場合も、一番薄い0.6mmの鋼板の補強でも曲げ引張破壊に改善されたため、鋼板厚さもほとんど影響を及ぼさなかった。

厚さが1.0mmの鋼板を、幅が10cmと20cmに変えて配置したRCはりの鉛直方向の鋼板とスターラップのひずみを、図-7に示す。鋼板のひずみは、幅が20cmの方が10cmに比べて約1/2となっており、同じ荷重に対し鋼板の鉛直方向の引張力は幅が2倍に変化してもほぼ等しいことが認められる。なお、スターラップのひずみと比較すると、引張ひずみの値自体は小さく、スターラップやコンクリートと鋼板の間にはずれが生じていると推測される。鋼板の厚さが1.0mmのRCはりでは、曲げ引張破壊の直前にスターラップは降伏したが、3.2mmの厚さのRCはりでは、曲げ引張破壊の直前においてもスターラップのひずみは700~1000 μ 程度であって、降伏していなかった。

グラウトの強度と破壊曲げモーメントを、まとめて図-8に示す。厚さが1.0mmの鋼板を幅が10cmあるいは20cmで配置したRCはりのせん断耐力について、コンクリートとの間に充てんしたグラウトの強度が及ぼす影響は、いずれのはりとも曲げ引張破壊を生じたため、顕著ではない。しかしながら、この場合でも幅が10cmで補強したはりでは、グラウトの強度が大きいと大きな破壊曲げモーメントとなっており、幅が20cmとなると、グラウトの強度にかかわらずほぼ等しい破壊曲げモーメントとなっていることから、補強の条件が厳しい場合には、グラウトの品質が鋼板の補強効果に及ぼす影響も認められる。この点に

ついては、今後とも研究を進めていきたい。

5. おわりに

コンクリート構造物の建造において避けることのできない打継目は、その設計および施工方法にもよるが、部材のせん断耐力を低下させる場合があることを、まず指摘した。そして、打継目に鋼板を巻いてコンクリートとの間にセメント系のグラウトを充てんして補強することにより、部材のせん断耐力が増加して、じん性の大きい曲げ引張破壊に破壊型式を改善できることを示した。鋼板の種類、厚さや幅だけでなくグラウトの品質も、補強効果に影響を及ぼすようであるが、今回の実験ではこれらの要因の影響を明瞭に示すことはできなかった。

今後は、まず、これらの要因が及ぼす補強効果を定量化するとともに、打継目の種類とその設計および施工方法を考慮した鉄筋コンクリート部材のせん断耐力の算定方法を確立することが必要と考える。そして、コンクリート構造物が全体として調和のある安全性、使用性および耐久性を確保するように、これらの初期欠陥を考慮した設計方法を探ることが望まれる。

〔参考文献〕

- 1) 森脇、辻、木暮、松下：せん断スパン内に鉛直打継目を有するRCはりのせん断性状、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 15、No. 2、pp. 323~328、1993. 6

Effect of High Quality Grouting Material Used for Strengthening RC Beam Having a Vertical Construction Joint by Steel Plate Lining by

Yukikazu Tsuji, Yasuyuki Matsunami, Chikanori Hashimoto and Takafumi Sugiyama

The shear capacity of beam may be decreased due to a construction joint which is unavoidably formed in the construction of concrete structures. The shear capacity of the beam having a vertical construction joint in the range of shear span could be strengthened by the steel plate lining. The effect of the quality of grouting materials, and kinds of reinforcing plate with various thicknesses and widths on the degree of strengthening the beam was experimentally investigated.