# せん断伝達面の性状に関する ×線造影法による観察

日本大学工学部	正会員	渡辺	亮史
日本大学大学院	学会員	國分	浩史
日本大学工学部	正会員	原	忠勝

## 1.はじめに

せん断力の作用を受ける RC 部材のせん断力は、圧縮側コンクリート、ウエブにおける骨材のかみ合いと せん断補強筋、および主鉄筋によって分担されることが知られている。このうち、ウエブでの骨材のかみ合 いは、顕在化したひび割れの凹凸形状から、摩擦力として、また、せん断補強筋は主引張方向の幾何学的関 係から評価されている。このことは、摩擦の概念による場合、ウエブに発生したひび割れは、離散型のひび 割れとして評価しているものと解釈できる。しかしながら、破壊力学的な概念からは、破壊進行領域の存在 が考えられるので、せん断伝達作用を受けるコンクリートの性状を検討する必要があるように思われる。

このような背景の下、本研究では、これらせん断力が作用した RC 断面のひび割れ性状と、せん断補強筋の 性状について検討することを目的として、X 線造影法による可視化

手法を用いて観察を行ったものである。

### 2.実験の概要

試験体は、図 - 1 に示すように、外形寸法が高さ 600×幅 400×奥
行き 70mm の Push-off 型<sup>1)</sup>で、せん断面が高さ 260mm×70mm である。
また、試験体には X 線撮影のための造影剤注入孔(図中、点線)を
設けた。実験条件は、 せん断補強筋に D10 を 2 本配置した場合、
せん断面とせん断補強筋の交角( <sub>s</sub>)で、55°、70°、90°、110°
の4種類、また <sub>s</sub>=90°の場合、せん断補強筋量を 2D13、および
3D10 の 2 種類を加えた計 6 条件である。

試験体の作製には、普通セメントを用いたレディーミクスト コンクリート(G<sub>max</sub>=20mm、Slump=7.7cm)を使用した。表 -1は、本実験で使用した材料の性質を示したもので、表中のコ ンクリートの性質は載荷試験を行った材齢のものである。

図 - 2 は、X線造影法を併用した Push-off 試験の概要を示 したものである。実験は、静的荷重載荷とし、せん断面の鉛直 変位と水平変位を耐力下降域に至るまで測定した。載荷中は、 X線発生装置で試験体にX線を照射し、これをX線カメラによ って CRT リアルモニターに映し出し、試験体内部の様子を観察 した。そして、ひび割れの発生、および伸展に変化が見られた 時点で荷重を保持し、画像撮影を行なった。また、最大荷重以 後は、鉛直変位が4mm までの任意の変位レベルで撮影を行なっ た。

なお、画像撮影は、感度100のフィルムを用い、管電流2mA、 管電圧100kv、照射距離70cmとし、照射時間は10秒である。

キーワード: せん断伝達、X 線造影法、ダウエル作用、骨材のかみ合い 連絡先:〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定中河原1番地 TEL:024-956-8721



図 - 1 試験体の形状

表 -	1	使用材料の性質
-----	---	---------

コンクリート		せん断補強筋(SD295A)			
		Ζ	D10	D13	
f'c	25.8	fy	354	347	
ft	2.49	ft	502	495	
Ec	2.13 × 104	Es	1.94 × 10 <sup>5</sup>	1.97 × 10 <sup>5</sup>	



### 3.実験結果および考察

図 - 3は、本実験より <sub>s</sub>=70°、90°、および 110°の試験体 における荷重と鉛直変位の測定結果について示したものである。 図に示すように、ひび割れが発生前まではほとんど変化なく、ひ び割れ発生と同時にごく少ない変位が生じ始めた。最大荷重に達 した後は、荷重の低下とともに鉛直変位も大きくなった。最大せ ん断荷重は、 s が大きいほど高く、また、 s=90°の場合、せ ん断補強筋量が多い試験体(2D13、および 3D10)が高くなる結果 が示された。なお、図 - 3には、X線造影中に写真撮影を行なっ た荷重(写真番号)も併せて示した。

図 - 4 は、撮影した X 線造影写真と、ひび割れのトレース図を 示したものである。初期ひび割れの発生は、せん断補強筋の配置

角度に関わらず、補強筋の間で確認された。これらひび割れ は、断続的なものと、同時に、その周辺に微細なひび割れの 存在が認められた。さらに、荷重を増加させると、断続的に 発生していたひび割れ、いわゆる離散的なひび割れは、上下 に伸展し、その後、連続した分布状のひび割れとなり、その 周辺の微細なひび割れは、せん断面に沿った帯状のものとな った。また、それに伴って、せん断補強筋の変形が徐々に大 きくなってくるのが観察された。







(a.1)  $_{s} = 70 \circ (No.3)$ 

(a.2) <sub>s</sub>=70 ° (No.5)

## 4.まとめ

本実験は、X 線造影法を併用した載荷試験を行ない、可 視化した内部の情報から、せん断伝達面のコンクリ - トの ひび割れ様相、およびせん断補強筋の性状について観察を 行なったものである。これらの結果を要約すれば以下のよ うになる。

×線写真より、せん断補強筋がダウエル作用の影響を受け変形している様相や、せん断ひび割れとその周辺に微細 なひび割れ領域があることが認められた。また、通常、目 視されるひび割れは、多くても数本以下であるが、これら 顕在化したひび割れの周辺には、微細なひび割れが帯状に 存在していることが明らかになった。このことより、従来、 骨材のかみ合い作用は、目視されたひび割れの凹凸形状か ら検討されてきたが、ひび割れ領域を考慮した検討も必要 であることが明らかになった。

謝辞:本研究を行うにあたり、多大なる御協力を頂いた、 東北学院大学大塚浩司教授に心から感謝致します。

#### 参考文献

1) Mattock, A.H. and Hawkins, N.M.: Shear Transfer in Reinforced Concrete - recent Research, PCI Journal, Vol.17, No.2, pp.55-75, March-April 1972.











(c.1) <sub>s</sub>=110°(No.3) (c.2) <sub>s</sub>=110°(No.8)
図 - 4 X線造影写真とひび割れのトレース図