

V-251 鉄筋コンクリート平板のひびわれ画像の考察

清水建設(株)技術研究所 正会員 長澤 保紀
 清水建設(株)技術研究所 正会員 滝本 和志

1. まえがき

コンクリート部材表面に発生するひびわれ情報を詳細に定量的に得ることは、コンクリート構造物の劣化診断や構造実験における破壊過程・剛性低下・耐力機構を知る上で非常に有効である。本報告では、前報で紹介したひびわれ計測処理装置（写真-1）を用いて、鉄筋コンクリート平板の1方向引張場でのひびわれデータを計測し、検討を行った。その結果、以下のような知見を得たので報告する。

2. 実験方法

試験体は、表-1に示すように、鉄筋D16(SD35, 降伏点強度3760kgf/cm²) 4本を3種類の中心間隔と2種類のかぶりに変化させた4体とした。コンクリートは実験時圧縮強度で平均329 kgf/cm²、割裂強度平均28.5 kgf/cm²である。 載荷方法は図-1に示すトーナメント方式である。 ひびわれ計測は、図-2に示すように、0.18mm幅のマスキを約3mm間隔で縦横に配置した面にひびわれが交差した点のうち、近接する2点を結んでできるひびわれベクトルを検出することによって行った。 ひびわれ幅読み取り最小値は0.02mmとしており、ひびわれベクトル幅はベクトルの両端で計測された幅から図中の式で求めた平均値とし、ひびわれ角度はベクトルの方向から0°以上180°未満で与えた。（図-2参照）

なお、試験体表面は予め白色ペイントを塗布した。

3. 実験結果と考察

図-3は、試験体LP3の鉄筋作用応力度3500kgf/cm²時に計測処理したひびわれベクトルを使ってひびわれ図として図化したものであり、スケッチ図と同様な結果を得ている。

図-4~7にひびわれベクトル幅、図-8~11にひびわれ角度の統計処理結果を示す。また、ひびわれベクトルの長さの累計および（ベクトルの幅×長さ）の累計【ひびわれ面積】を求め、その商からひびわれ幅平均値を得た。さらに試験体の寸法との比からひびわれ間隔とひびわれ面積密度を得た。それらの結果を図-12~14に示す。上記のひびわれデータを用いて、CEB/FIP モデルコード1990年 First Draftにより鉄筋応力度を逆推定した結果を図-15に示す。以上の図から次の事項が指摘できる。

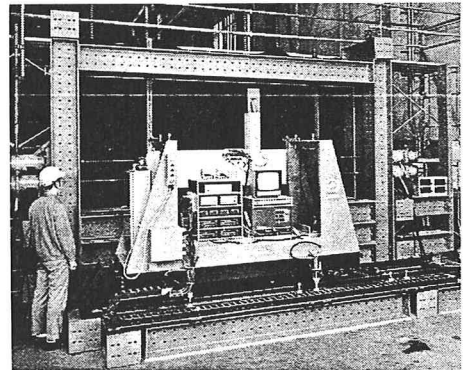
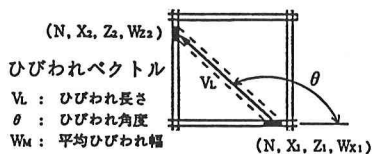


写真-1 自走式ひびわれ計測処理装置

表-1 試験体の種類および諸元

| No | 試験体名 | 鉄筋中心間隔 | かぶり | 厚さ | 高さ | 長さ |
|----|------|------------|------|-------|-------|--------|
| 1 | SP 3 | 3φ= 48mm | 30mm | 76mm | 192mm | 600mm |
| 2 | MP 3 | 7.5φ=120mm | 30mm | 76mm | 480mm | 900mm |
| 3 | LP 3 | 15φ=240mm | 30mm | 76mm | 960mm | 1500mm |
| 4 | MP 6 | 7.5φ=120mm | 60mm | 136mm | 480mm | 1500mm |

ここで、φ；鉄筋直径（=16mm）



$$W_m = [W_{x1} \sin(\theta - 90^\circ) + W_{x2} \cos(\theta - 90^\circ)] / 2$$

図-2 ひびわれベクトルデータ

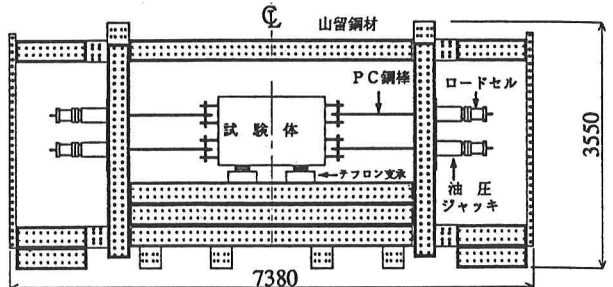


図-1 試験体および載荷装置の概要

- ①ひびわれ幅は、鉄筋作用応力度の増大に伴い増大し、対数正規確率分布に従う確率事象である。
- ②ひびわれ角度は、微視的にみるとギザギザに変化し、標準長さ3mmのひびわれベクトル計測では正規確率分布に従う確率事象である。
- ③試験体4体のひびわれ角度は、鉄筋作用応力度の増大に影響されず、平均値85.1°、標準偏差は30.1°とほぼ一定の値を示す。
- ④ひびわれデータからCEB/FIPモデルコード1990年First Draftに基づいて推定した鉄筋応力度は作用応力度に対して、比の平均0.99、比の変動係数0.17と非常に良い一致をみた。

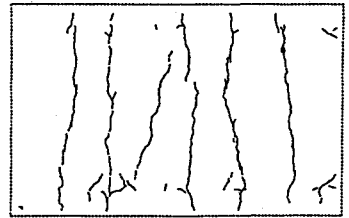


図-3 ひびわれ図(試験体LP3)

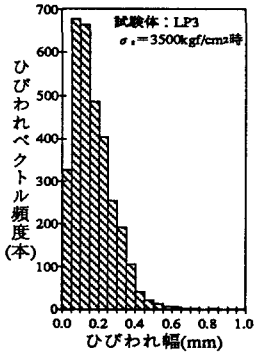


図-4 幅の頻度分布

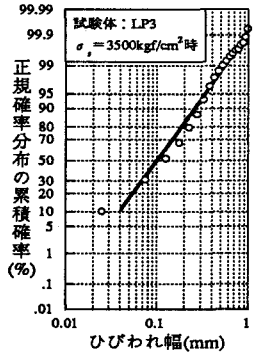


図-5 対数正規確率紙

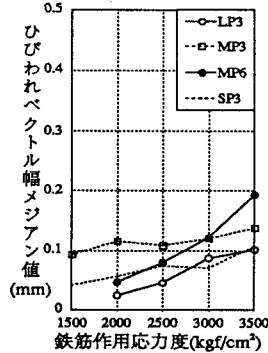


図-6 幅のメジアン値

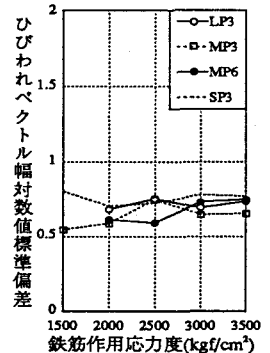


図-7 幅の標準偏差

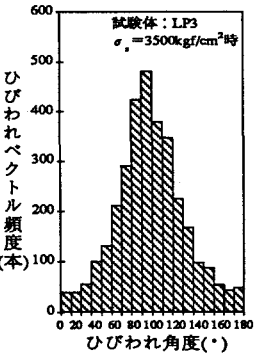


図-8 角度の頻度分布

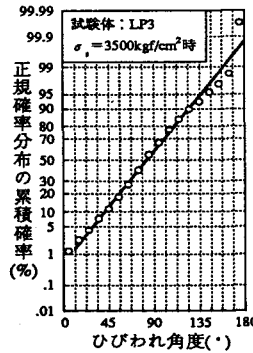


図-9 正規確率紙

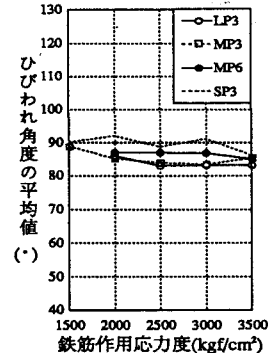


図-10 角度の平均値

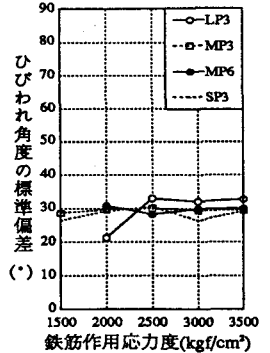


図-11 角度の標準偏差

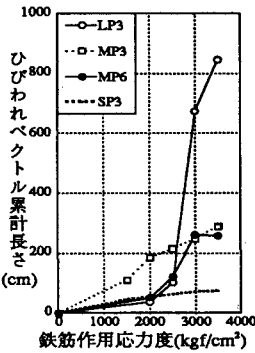


図-12 累計長さ

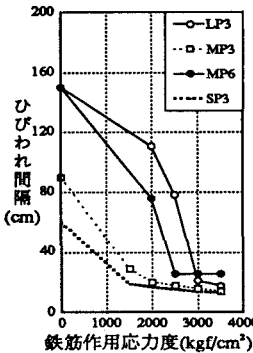


図-13 ひびわれ間隔

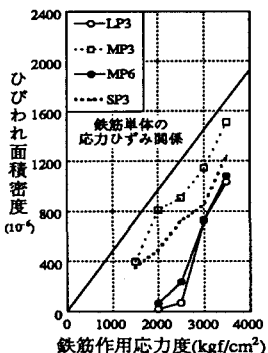


図-14 面積密度

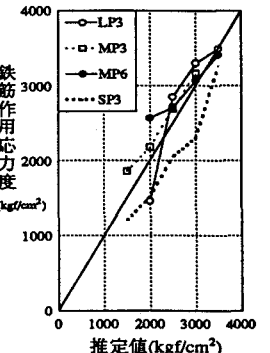


図-15 鉄筋応力度推定

(参考文献) 滝本・長澤:「画像計測処理装置を用いたひびわれ計測方法」,土木学会第45回年次学術講演要集pp292-293