

北海道大学工学部 正員 工博 横道 英雄
〇高田 直之
北海道大学大学院学生 学生員 工修 角田 与史雄

1. まえがき コンクリートは構造上非常に複雑な様相を呈し、物性面に対する究明が非常に困難を伴う。しかしコンクリート構造物において、各種の原因によって発生するひびわれの発見、成長過程を調べることが極めて重要な課題であると考える。筆者らは数年来コンクリートの変形およびひびわれについての実験的研究を続け発表してきた。即ち異方性、異質体であるコンクリートにも Griffith の微小ひびわれに相当する光学的な欠陥が存在し、永久変位または塑性的な変形の原因となると考えた。またコンクリートにひびわれが発生するときに発生する弾性波も鋭敏なマイクロホンを用いて捕えることにより、応力状態からの微小ひびわれを従来の方法に比べてかなり早期に検出しようことを光学的見地と合わせて確認してきた。ここではこれから一連の実験のうち、曲げひびわれについて報告する。

2. 供試体および実験方法 供試体は $15 \times 15 \times 53 \text{ cm}$ ビームで、錦岡産海岸砂、静内川産砂利（最大骨材寸法 25 mm ）、アサノベロセメントを用い、 $w/c = 0.5$ 、単位セメント量 350 kg 、スランプ 10 cm を目標に配合作成し、1週間の水中養生のあと空気中に取り出した。また初期応力状態における微小ひびわれが、コンクリートの内部でどのような様子で発生しているかを観察するため、供試体の半数は側面を厚さ 2 cm だけダイヤモンドカッターで切り取り、研磨した。試験は材令 10 日として行った。

実験装置のブロックダイヤグラムを図1に示す。供試体への荷重はスパン 4.5 m 、スパン3等分点2点荷重とした。受振子としては Brüel & Kjaer の加速度計、増巾および録音装置として Sony 777 型テープレコーダーを用いた（写真1）。試験方法は上記加速度計によって弾性波によるひびわれ信号を捕えながら、荷重 250 kg 増すごとに、ひびわれを拡大鏡を用いて観察した。写真2にひびわれ波形の一例を示す。

3. 実験結果および考察 載荷荷重とひびわれ信号発生数の一例を図2に示す。図に明らかのように無筋筋において相当早期の応力状態においても内部微小破壊を認めることができた。写真3に内部ひびわれの光学的

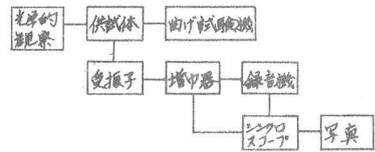


図1 実験装置ブロックダイヤグラム

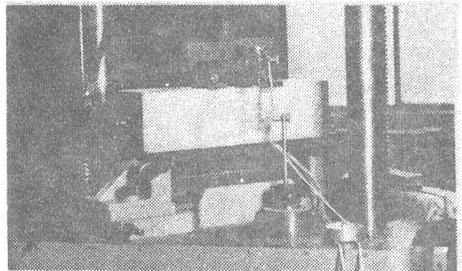


写真1 実験装置

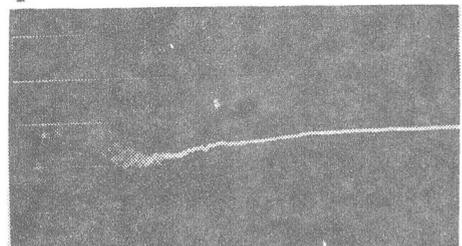


写真2 ひびわれ波形の一例 (H: 5 m/s/cm , V: 0.5 /cm)

観察結果を示す。無筋コンクリート桁における微小ひびわれの発生および破壊までの段階は次のごとくであった。

0) 荷重前 — 特に粗骨材下面、供試体上方において乾燥収縮によるボンドのくずれが見られた。

1) 荷重が破壊荷重の10~20%程度の応力状態においては上記のくずれは別々に独立した、骨材ペースト間を引張応力方向のボンドのくずれが見られた。これらひびわれは互に独立に発生し、少数ではあるが圧縮側にも観察された。

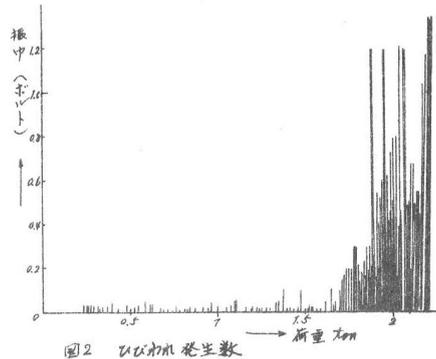


図2 ひびわれ発生数

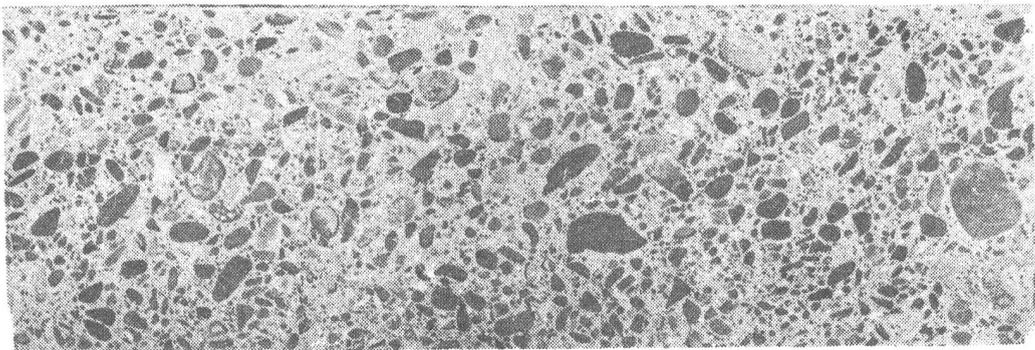


写真3 ひびわれ MAP.

~~~~~ : 0t 荷重前      ..... : 0~0.5t      ---- : 1~1.5t  
 ----- : 0.5~1t      - - - - : 1.5~2t

2) 荷重20~40%では上のひびわれ数が増してきた。この段階では新たにひびわれが発生し、すでに出来ているひびわれの成長はあまり認められなかった。

3) 荷重40~60%では上記の現象と同時に、ひびわれの成長が観察された。また、近接するこれらのひびわれが細骨材をさけてペースト中を橋渡しする傾向が認められた。

4) 荷重60~80%では上記の現象が、急激に進展し、いくつかの特定ひびわれが下方および上方へ成長するのが認められ、このうち2~3本は下縁に達した。またこれら特定ひびわれに近接する部分ではひびわれの発生、成長がほとんど停止した。この段階までは骨材を通過するひびわれは殆んど認められなかった。

5) 破壊付近においては上記特定ひびわれのうち、骨材を通過するものが認められた。破壊は特定ひびわれの位置におこるのが多かったが、その中間の小さいひびわれの位置におこることもあった。

以上曲げひびわれについての特徴は筆者らが発表<sup>1)</sup>した圧縮供試体におけるひびわれの発成長過程とほとんど同様であって、応力状態から多くの微小の内部ひびわれが発生し、無筋コンクリート桁において破壊以前にすでに数本の曲げひびわれが下縁より生じていることがわかった。

参考文献 1) 横道、松岡、高田；コンクリートのひびわれ発見に関する2,3の実験 レポート741号 228号 (1965)  
 2) 兵藤中一；最近の破壊の物理 応用物理 Vol.29 No.12 (1960)  
 3) Thomas；Microcracking of Plain Concrete and the Shape of the Stress-Strain curve  
 Trans. of A.C.I. vol. 60 No.2 (1963)  
 4) Slate, F.O.；X-ray for the Study of Internal Structure and Microcracking of Concrete  
 Trans. of A.C.I. vol. 60 No.5 (1963)