

V-129

コンクリート構造物のひびわれ分布特性に関する基礎研究

横浜国立大学工学部 正会員 椿 龍哉

1. まえがき

コンクリート構造物が地震等の自然災害で損傷を受けた場合、構造物の損傷の程度や残存耐力を的確かつ迅速に判断することは、2次災害を防止し、また、災害復旧計画を立てる上で、重要であることが指摘されている。自然災害の規模が大きい場合、多数のコンクリート構造物についてこの種の処置を迅速に行うためには、コンクリート構造物のひびわれの形状、分布等から得られる情報が有用である。本研究では、このような目的に用い得るひびわれ分布特性を表すための適当な指標について検討する。

2. ひびわれ分布特性に関する指標

コンクリート構造物の破壊様式を判定するために構造物のひびわれ分布を用いる場合、その分布特性を表す指標として次の量を考える。なお、ひびわれ分布図は適当な格子状の小領域（要素）に分割し、全領域をひびわれ領域（ $i=1$ ）と周辺領域（ $i=0$ ）に分ける。

2.1 ランレングス統計による指標

ひびわれ領域のある要素から一定方向にひびわれを表す要素が長さ(run length) j だけ続く頻度 $f(i, j)$ を全ての要素について求める。次の量は長く続く頻度を強調した指標(long runs emphasis: LRE)である。

$$LRE = \frac{\sum_j j^2 f(i, j)}{\sum_j f(i, j)} \quad (1)$$

すなわち、LRE はひびわれの長さに関する量で、LRE が大きい方向が卓越したひびわれ方向である。

2.2 エッジ検出による指標

ひびわれ領域の境界（エッジ）とその勾配(edge gradient: EGR)を検出・計算し、勾配に関する統計をとることによりひびわれの分布特性を求める。エッジ及び勾配の検出・計算には 3×3 のマトリックスで表されるKirschオペレータを用いる。勾配はエッジの外向き法線方向で表す。2.1の指標と同様、EGRの頻度の大きい方向が卓越するひびわれ方向である。

3. ひびわれ分布の解析例

ひびわれ分布の特性を上記の手法で解析した例を以下に示す。ここでは、ひびわれ分布図を縦横 256×256 の要素に分割する。図-1にモデル化されたひびわれ分布に関するLREとEGRによる解析結果を示す。縦横のLRE比とEGR比は、各々、式(1)による量の各方向成分の百分率、及び支配的なエッジ勾配の各方向別頻度の百分率を表す。また、各々の横軸は図中に示す方向を表す。この場合、垂直および斜め（ 45° の勾配）のスリット方向性が確認できる。図-2には図-1よりも実際のひびわれに近い分布パターンに関する解析結果を示している。全体的に方向性が分散するが卓越する方向は現れている。図-3には軸力と水平荷重を受ける耐震壁（4体）の破壊時のひびわれ分布[1]に関する結果を示す。載荷方向とひびわれ方向の関連性が確認できる。変動係数はLREが5.4%、EGRが12.1%である。図-4には2点載荷を受けるRCはり（ $a/d=1.5, 2.0, 2.5$ について各2体）[2]に関する結果を示す。左右のせん断スパン（SSL, SSR）と曲げスパン（FS）におけるひびわれ方向の特性が現れている。変動係数はLREが19.6%、EGRが27.7%である。

4. あとがき

ひびわれ分布を用いてコンクリート構造物の破壊様式と損傷程度を判定する場合に必要なひびわれ分布特性の一つとしてひびわれの方向特性を考え、それを定量化する手法に関して基礎研究を行った。ランレングス統計とエッジ検出による指標を用いてひびわれ分布図の解析を行った結果、それらがひびわれの方向特性を表すために有効であることが確認された。ひびわれ分布特性をより正確に表すためには、さらにひびわれ幅とひびわれ間隔に関する指標が必要であると思われる。

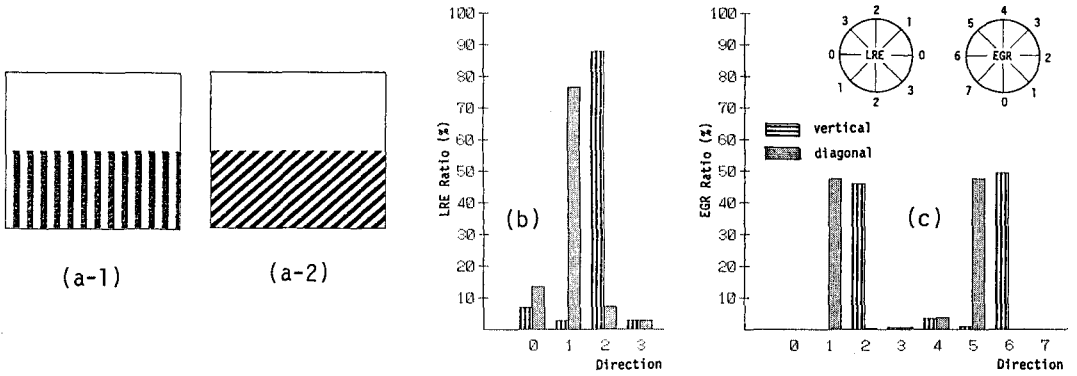


図-1 モデル化されたひびわれ分布(1)

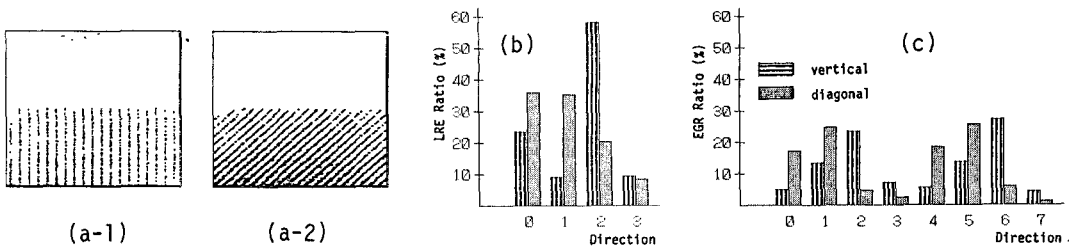


図-2 モデル化されたひびわれ分布(2)

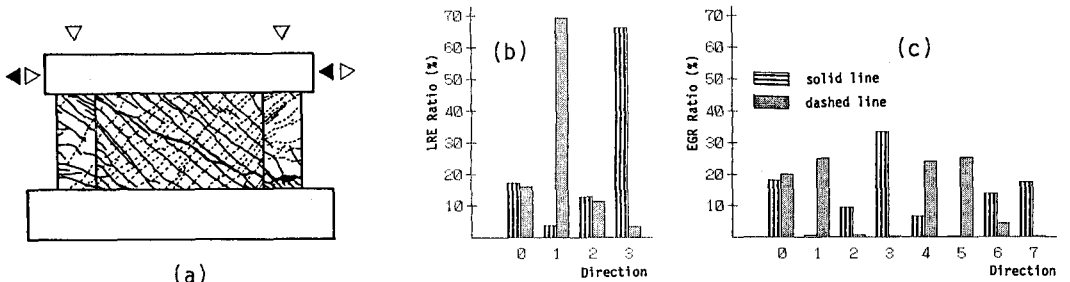


図-3 軸力と水平荷重を受ける耐震壁

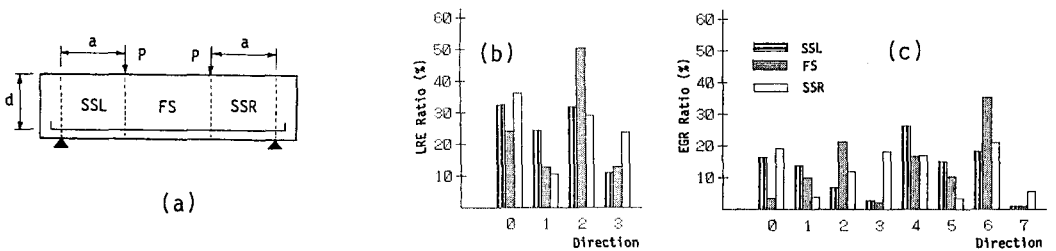


図-4 2点荷重を受けるRCはり

【参考文献】

- [1] JCI RC構造のせん断強度研究委員会編：RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム、解析モデル検証用試験体の実験データ集、日本コンクリート工学協会、JCI-C6、1983。
- [2] Kani, G. N. J.: The Riddle of Shear Failure and Its Solution, Journal of the American Concrete Institute, Vol.61, No.4, April, 1964, pp.441-467.