

I-505 鉄筋腐食により損傷を受けたRC床版の耐力低下と耐荷機構について

川田工業(株) ○ 正員 橋 吉宏
金沢大学工学部 正員 梶川 康男

1. まえがき

種々の要因により劣化を生じたRC構造は、まずかぶりに何らかの損傷や劣化の兆候を示す場合が多い。RC構造のかぶりは、中性化や塩分の浸透など鉄筋腐食に対する保護に加え、鉄筋とコンクリートとの一体性の確保に重要な役割を果たしており、この部分における損傷がその力学的挙動や耐力低下に影響を及ぼす可能性が考えられる。RC構造の早期劣化として鉄筋腐食を例にとると、その典型的な損傷として腐食膨張ひびわれがかぶりに生じることが一般的に報告されている。著者らは以前より、RC床版の鉄筋腐食による損傷時の挙動について研究を進めており¹⁾、本文は、かぶりに生じた腐食膨張ひびわれと押抜きせん断耐力の関係について考察を行った結果を報告するものである。

2. 実験概要 非腐食および腐食RC床版各2体を利用して載荷試験を実施した。以下に実験概要について述べる。

(1) RC床版模型 図-1に実験に用いたRC床版模型を示す。この床版模型は道路橋RC床版を対象としており、複鉄筋で床版厚18cmである。また鋼桁との結合はスラブアンカーにより行い、3cmのハンチを設けた。なお、コンクリートは載荷試験時において、圧縮強度 245kgf/cm²であった。

(2) 腐食方法と損傷状況 鉄筋の腐食促進法として電食法を用い、上鉄筋と下鉄筋ともに通電させ電流密度を0.4mA/cm²で19日間の通電を行い鉄筋を腐食させた。載荷試験後に行ったはつり調査の結果では鉄筋は全体的に腐食しており、この時の断面欠損量は約5%であった。また、腐食膨張ひびわれは床版下面には顕著に現れず、引張り側の主鉄筋および配力鉄筋位置で図-2に示すように水平面状に広がっていることが確認された。

(3) 載荷方法 載荷は最大荷重 60tfの載荷試験機を用い、変位制御により行った。載荷位置は床版中央点であり、載荷板寸法は道路橋示方書の輪荷重に従い20×50cmとした。

3. 載荷試験結果 載荷試験結果の一部として、非腐食、腐食RC床版の各一体について、図-3に床版中央における荷重-たわみ曲線、図

4に載荷試験時に発生した腐食RC床版のひびわれ状況を示す。図-3に示した荷重-たわみ曲線の結果から、押抜きせん断耐力については腐食RC床版は非腐食RC床版に比べ低下しており、図-3に示した腐食RC床版では51.1tfで、再載荷時には20.1tfの耐力を有していた。もう一体の腐食RC床版では、押し抜きせん断耐力は56.5tf、再載荷時は18.3tfの耐力であった。一方、非腐

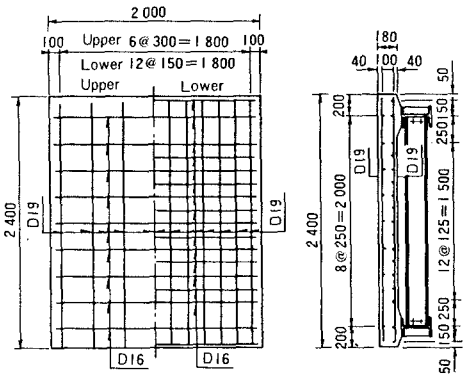


図-1 RC床版模型

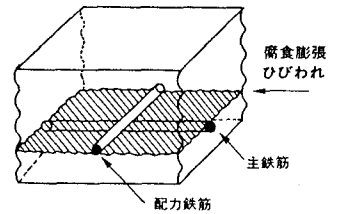


図-2 腐食膨張ひびわれ

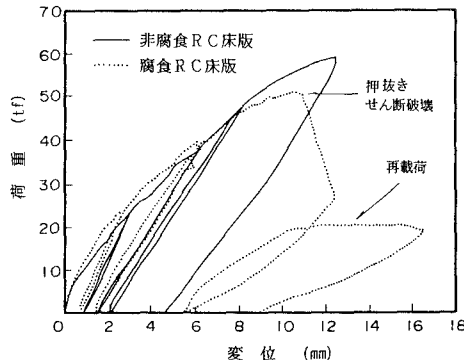


図-3 荷重-変位関係

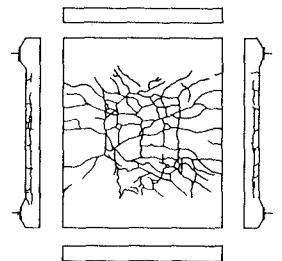


図-4 腐食床版ひびわれ

食RC床版は2体とも60tfまでの載荷では破壊を生じなかった。また、腐食RC床版の押抜きせん断破壊状況は、載荷板直下でその載荷板の形状どおりに陥没したが、一般的なRC床版の押抜きせん断破壊状況として報告されている陥没と同時に生ずる床版下面の割裂破壊は確認されなかった。

4. 腐食RC床版の押抜きせん断破壊 ここでは、図-5に示す松井により²⁾提案されたRC床版の押抜きせん断耐荷機構を引用して、腐食RC床版の押抜きせん断破壊に対する考察を行う。この耐荷機構に従えば、健全なRC床版では、載荷板直下のせん断破壊と引張り側鉄筋のダウエル作用によるかぶりの割裂破壊が押抜きせん断耐力に寄与するとしている。腐食RC床版では、前出の図-2に示した水平面状のひびわれの存在や破壊形状の相違から判断すると、後者のダウエル作用が耐力に寄与する影響が、非腐食RC床版に比べて小さいことが容易に推定される。図-6(a)に示すように、健全なRC床版ではこのダウエル作用によりコンクリートに引張応力が導入され割裂ひびわれを生じる。しかし、腐食RC床版では、図-2に示したように

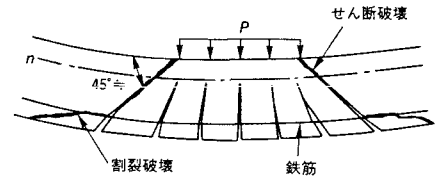


図-5 健全なRC床版の押抜きせん断破壊²⁾

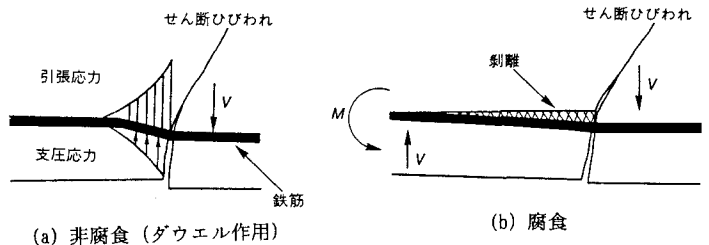


図-6 せん断ひびわれにおける力の伝達

この割裂ひびわれと同じ方向に腐食膨張ひびわれが存在するので、ダウエル作用そのものがほとんど効かなくなる。すなわち図-6(b)に示すように、せん断ひびわれを介して鉄筋に伝達される鉛直力Vにより、引張り側主鉄筋を含めたかぶり部が剥がれるように挙動することは明らかであり、このために実験では、床版下面にダウエル作用による明解な割裂破壊の跡が現れてこなかったものと推測された。

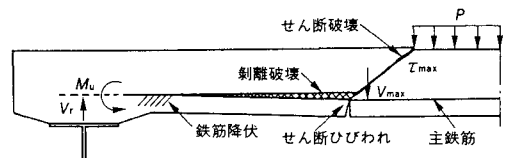


図-7 腐食RC床版の押抜きせん断破壊

5. 腐食RC床版の耐荷機構 以上に示した状況から判断して、腐食RC床版の破壊モデルとして、図-7に示すモデルを仮定することができる。この破壊モデルでは、耐力に寄与する項目として、載荷板直下のせん断に加えて、せん断ひびわれを介して伝達され得る最大の鉛直力Vmaxを考え、この2つの項目により腐食RC床版の耐力が決定されるとした。このVmaxとは、図-7に示すように上述した引張り側主鉄筋を含めたかぶり部で構成された断面の鉄筋降伏による破壊抵抗モーメントMuとつりあう力であるとした。この破壊モデルに従えば、実験において押抜きせん断破壊を生じた後でも、図-6(b)に示すような力の伝達機構が成り立ち、実験において再載荷時に有した耐力とVmaxとが一致することが推測される。ここで、載荷板直下のせん断破壊の押抜きせん断耐力への寄与分については松井のモデルに従うと仮定し、この値に実験で再載荷時に有した耐力を加えて腐食RC床版の耐力を評価した値を表-1に示す。この値は、実験において得られた腐食RC床版の耐力とほぼ一致していることがわかり、上述の推定を裏づけることができたといえる。

表-1 腐食RC床版の押抜きせん断耐力

| 模型番号 | 松井モデル 載荷板直下破壊の耐力 寄与分 A | 再載荷時の耐力 (実験値) B | A+B | 腐食RC床版の 押抜きせん断耐力 (実験値) |
|-------|------------------------------|-----------------------|---------|------------------------------|
| No. 1 | 38.1 tf | 20.1 tf | 58.2 tf | 51.5 tf |
| No. 2 | 38.1 tf | 18.3 tf | 56.4 tf | 56.5 tf |

とした。このVmaxとは、図-7に示すように上述した引張り側主鉄筋を含めたかぶり部で構成された断面の鉄筋降伏による破壊抵抗モーメントMuとつりあう力であるとした。この破壊モデルに従えば、実験において押抜きせん断破壊を生じた後でも、図-6(b)に示すような力の伝達機構が成り立ち、実験において再載荷時に有した耐力とVmaxとが一致することが推測される。ここで、載荷板直下のせん断破壊の押抜きせん断耐力への寄与分については松井のモデルに従うと仮定し、この値に実験で再載荷時に有した耐力を加えて腐食RC床版の耐力を評価した値を表-1に示す。この値は、実験において得られた腐食RC床版の耐力とほぼ一致していることがわかり、上述の推定を裏づけることができたといえる。

6. あとがき 本報告で、腐食RC床版のかぶりに生じた腐食膨張ひびわれと耐力低下との関係を明らかにすることができ、本文が、合理的な診断・補修技術を確立するための一検討資料になれば幸いである。

【参考文献】 1)橋・梶川・川村;鉄筋腐食により損傷を受けたRC床版の押抜きせん断耐力に関する一考察,土木学会論文集, No. 426/V-14, 1991. 2)前田・松井;鉄筋コンクリート床版の押し抜きせん断耐力の評価式,土木学会論文集, No. 348/V-1, 1984.