

I - B 290

実大PCおよびPRCはりの終局限界性能の評価に関する一考察

防衛大学校 正会員 〇圓林栄喜 正会員 香月 智 正会員 石川信隆
九州大学 正会員 太田俊昭

1. 緒言

近年、ロックシェッドを耐震設計と同様に2段階設計法で行うことが提案されている。すなわち、レベル2に相当する供用期間中に稀に発生する巨大な落石に対しては構造物の弾塑性応答を許容し、その吸収エネルギーによって安全性照査を行うものである。この際、吸収エネルギー算定のために終局限界性能の定量的な評価を行うことが重要である。本研究は、簡易動的解析により、PCおよびPRCはり部材の終局限界性能評価を行う手法について考察したものである。

2. PCおよびPRCはりの終局限界と吸収エネルギーの定義

はり部材の弾塑性応答を含めたじん性評価を行うには、その終局状態を定義する必要がある。本研究では、小柳²⁾の提案する鉄筋コンクリートはり(以下RCはり)の破壊過程の定義をPCおよびPRCはりに拡張して適用するものとする。PCおよびPRCはりでは、引張鉄筋に加えて緊張材(PC鋼材)が使用される点を考慮し以下のようにする。まず、PCおよびPRCはりの荷重～変位関係を図-1に示す5つの破壊点によって特徴づけられるものとする。すなわち、①載荷後まず現れるのはコンクリートの引張縁にひび割れが生ずる点であり、許容応力度設計におけるフルプレストレストコンクリート設計の限界に相当する。②続いて、引張鉄筋またはPC鋼材が弾性限界に達し、降伏を開始する降伏開始点が見れる。③続いて、最大耐力(強度破壊点)が見れるが、これは、実験では明確に現れない場合があることや、対応変位にばらつきが大きく物理的意義付けが困難になる場合が多いとされている。④最大耐力点を超えると圧縮側材料の破壊(軟化域)が進展するので耐力が低下するが、バランス良く配筋されたはりでは低下は一般的に急激ではなく、上縁のコンクリートの圧壊が進行し、中立軸が下降する。これをさらに載荷し続けると断面内の圧縮力と引張力のバランスが不安定になる点が生ずる。現象としては、これまで増加していた引張鉄筋またはPC鋼材のひずみが図-1のように減少する点であり、これを降伏終了点という。これは実験において、引張鉄筋またはPC鋼材が破断することなく、コンクリートの圧壊によって曲げ耐力が急激に低下し始める点と一致する。(C-type)⑤一方、相対的に引張鉄筋やPC鋼材の断面に占める割合が小さいはりの場合には降伏終了点が見れることなく引張鉄筋またはPC鋼材のひずみが著しく増加し破断してしまう。(P-type)これを破断点という。本研究での終局限界変位は上述の降伏終了点または破断点に達した変位をいう。このようにして与えられる終局限界変位に至る図-2に示す加力エネルギーを限界吸収エネルギーと呼ぶものとする。

3. 解析モデル

前述の終局限界の定義は、はり断面内の繊維要素の弾塑性挙動を前提とした解析に基づいているので、解析は対象とするはりを図-3に示すようにはり軸方向に離散化したうえで断面を層状に分割

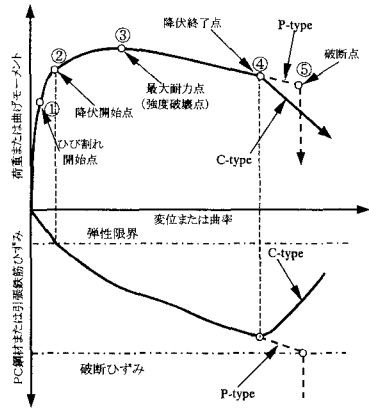


図-1 PCおよびPRCはりの破壊過程

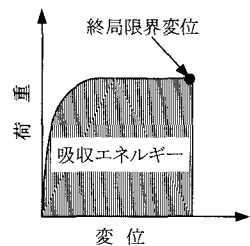


図-2 はりの限界吸収エネルギー

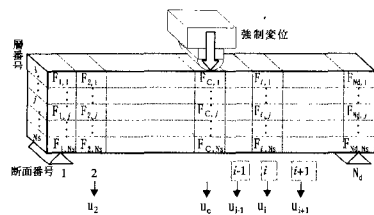


図-3 解析モデル

キーワード 終局限界, 実大PC および PRC はり, 終局限界性能, 吸収エネルギー

連絡先 〒239 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 電話(0468)41-3810 FAX(0468)44-5913

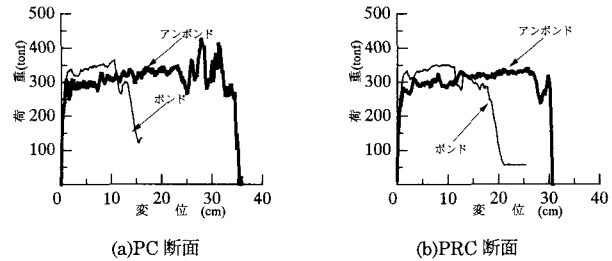
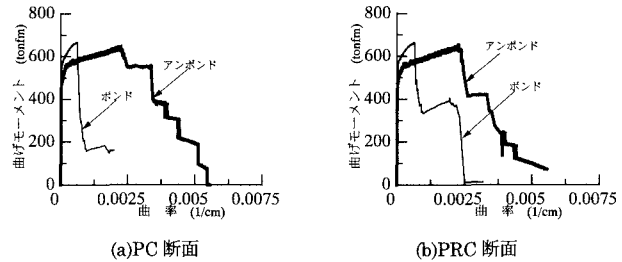
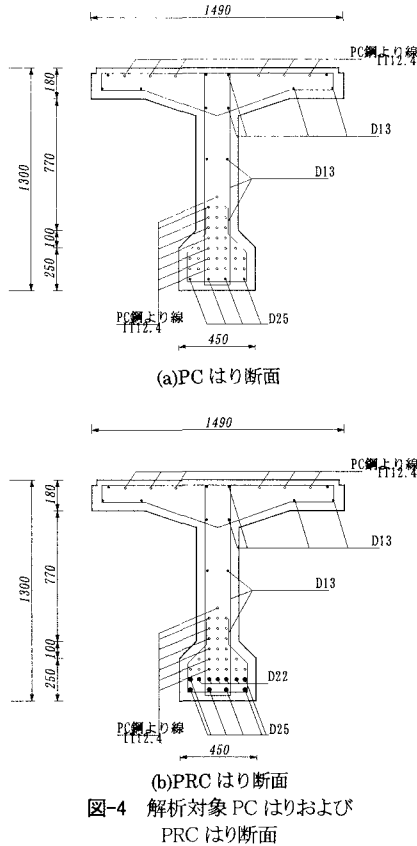


表-1 各断面の限界吸収エネルギー

項目	PC はり		PRC はり	
	ボンド	アンボンド	ボンド	アンボンド
終局限界変位 (cm)	10	30	17	27
限界吸収エネルギー (tonf・m)	35	105	45	81

する動的解析によって、はり中央部に強制変位を与える解析を行った。図-4 に示す対象とするはりは、九州ロックシェッド協会が標準設計として提案している断面の中で、最も条件の厳しい落石荷重 3.0tf、支間距離 8m の B130-C130 というタイプのはり部材を用いる³⁾。また、比較のためにPC鋼材をアンボンド化した場合のじん性の変化についても考察する。

4. 終局限界性能の評価

図-5 に載荷点下における断面での曲げモーメント～曲率関係を示す。まず、図-5(a)のPCはり断面のボンドタイプでは 680tonf・m の曲げモーメントに達した直後に、PC鋼材が破断するため、曲率が 0.0008 で耐力が失われる。一方、これをアンボンド化すると耐力は同じであるが、曲率 0.0023 で引張鉄筋が破断し耐力が一段低下した後、0.0030 でPC鋼材が破断する。すなわち、終局限界は約 3.6 倍大きくなる。図-5(b)の PRC においてはボンドタイプがPC鋼線の破断により曲率 0.008 で耐力が失われ、終局限界を迎えたのに対し、アンボンドタイプは曲率 0.0025 で引張鉄筋の破断により終局限界を迎える。このように、限界のモードは異なるが、終局限界は約 3 倍伸びることが認められる。

図-6 にはこのような断面応答に基づいた荷重～変位関係を示す。図-4 に示した断面での終局限界を反映してその終局限界変位においてもボンドに対してアンボンドは大きくなるが、その比率は曲率の場合ほど大きくない。この図から、限界吸収エネルギーを求めると、表-1 のようになる。終局限界変位で比べると、PCはりではアンボンド化により 3 倍、PRCはりでは 1.9 倍であり、限界吸収エネルギーも同様な比率で大きくなることが認められる。

参考文献

- 1) 土木学会:ロックシェッドの耐衝撃設計, 構造工学シリーズ 8, 1998 年 11 月.
- 2) 小柳 治, 六郷 恵哲, 岩瀬 裕之: RC はりの曲げ破壊過程と曲げじん性に及ぼす材料特性の影響, 土木学会論文集, 第 348/V-1, pp.153～162, 1984 年 8 月.
- 3) 九州ロックシェッド協会: PC ロックシェッド標準設計(逆L型), pp.16, 61, 73, 1988 年 12 月.