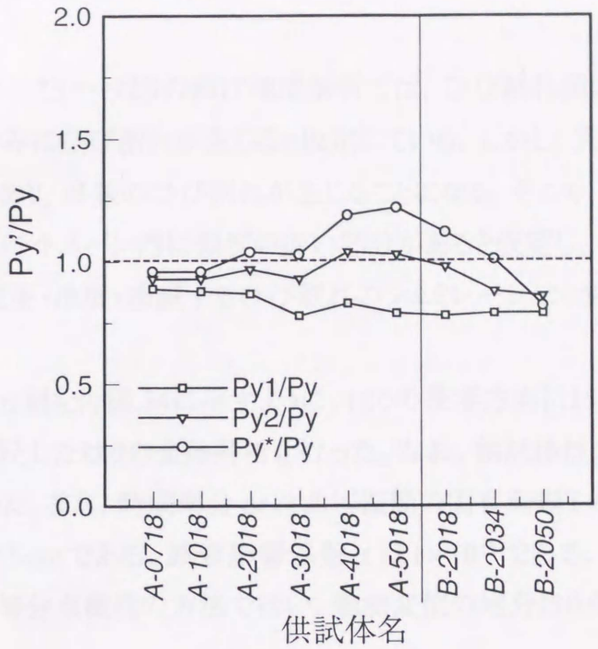
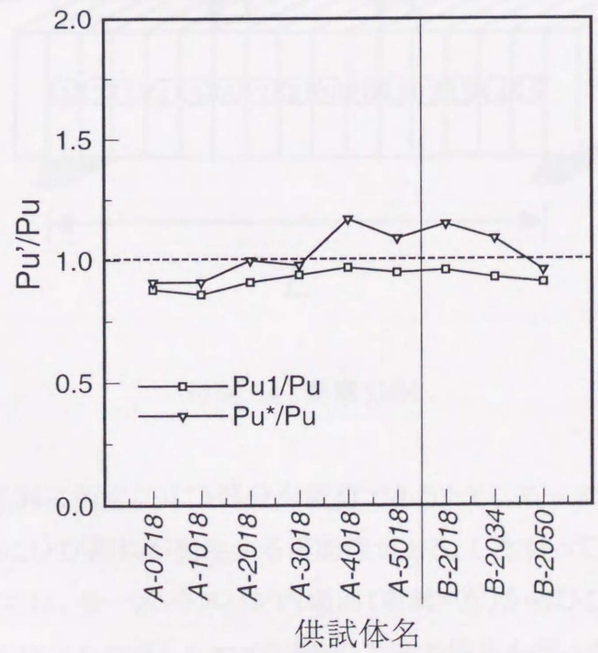
琉球大学学術リポジトリ

コンクリートの引張破壊挙動に関する解析的研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 富山潤 公開日: 2021-12-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 富山, 潤, Tomiyama, Jun メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/25354



付図.32　実験値との比較（降伏耐力）

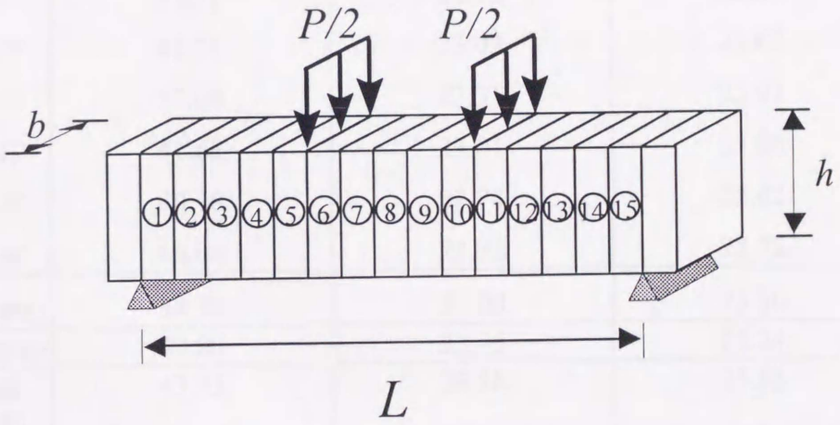


付図.33　実験値との比較（終局耐力）

2）１５要素分割を用いた解析

1)の低鉄筋比コンクリートはりの曲げ強度解析では，ひび割れ図よりわかるように，はり支間中央部のみにひび割れが生じると仮定している。しかし，実際のはりは，引張強度にばらつきがあり，多数のひび割れが生じることになる。そこで，本節では，**付録. 6(1)**と同様にモーメントスパン内に強度の弱い部分があると仮定し，その弱い部分と他の健全な部分に発生・進展・消滅するひび割れのシュミレーションが可能か否かの検討を行った。

解析では，要素分割を付図.34に示すように，はりの長手方向に15分割し，はり高方向の層分割を50層としたはりの全体解析を行った。なお，供試体は**1)**の解析で使用したA-5018を用いた。また，時間増分Δtは曲げ振動の固有周期Tの1/5倍で$\Delta t = 7.911\times10^{-3}/5\,sec$である。減衰影響係数$\alpha$は$1\times10^{-4}$である。載荷方法としては，**付録. 3**に示す三等分点載荷の方法で行い，強制変位の増分は$0.001\,mm$である。



付図.34　要素分割

供試体は，付図.34に示すように3等分点載荷であるため，モーメントスパン内のどの要素からでも最初にひび割れが発生する可能性がある。したがって，解析では支間中央部(要素=⑧)または，モーメントスパン内端部(要素=⑥)からひび割れが発生するとして，引張強度の低下を考慮した次の2通りの方法で解析を行った。

(a) 要素幅を499mm(0.2%減), 450mm(10%減)と他の要素幅よりも小さくとる方法。

(b) 要素に切欠き(はり高の1%減)を入れる方法。

シリーズ名は RC の後に, 前の一桁は引張強度の低下を考慮した要素番号, 後ろの桁はシリーズ(a)の場合は小さくとった要素の幅厚, シリーズ(b)の場合は W と表記する。解析結果を付表.14 に, 荷重－変位曲線を付図 35(a)~40(a)に示した。付図 35(b)~40(b)に各供試体の曲げひび割れの発生・進展・消滅を示すひび割れ図を示した。また, RC6-49・RC8-49 の応力分布図を付図.41, 42 に示す。なお, 応力分布図には鉄筋の応力は示していない。なお, 付表.14 の解析値は, 1)の 3 要素分割, 層数 100 の解析結果を示している。

付表.14 解析結果

	ひび割れ発生荷重 (kN)	降伏荷重 (kN)	終局荷重 (kN)
RC6-45	37.71	22.33	24.83
RC6-49	41.71	23.03	23.60
RC8-45	37.69	22.31	22.91
RC8-49	41.68	23.01	23.06
RC6-W	40.96	22.74	28.62
RC8-W	40.94	22.72	22.72
内田(実験値)	34.90	21.00	23.80
内田(計算値)	42.80	22.45	22.24
解析値 (3要素)	43.73	25.58	25.83

なお, ひび割れ図におけるひび割れ幅および圧縮領域のヤング係数は, 次のようになっている。

□ :引張軟化曲線の第一勾配　　▒ :圧縮側のヤング率E_{C2}

▒ :引張軟化曲線の第二勾配　　▒ :圧縮側のヤング率E_{C3}

▒ :引張軟化曲線の第三勾配　　■ :圧縮側のヤング率E_{C4}

解析結果をまとめると，次のようになる。

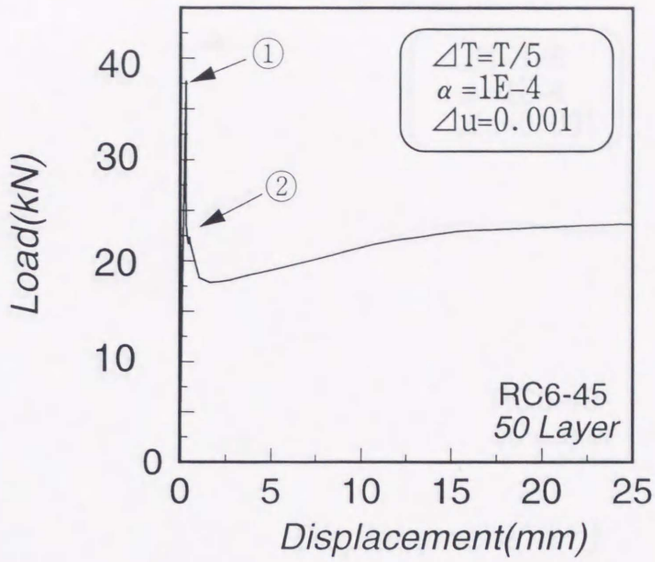
i) 付表.14 より，要素幅 499mm と 450mm とでは，ひび割れ発生荷重は要素幅 450mm の方が低いが，これは断面幅の欠損が大きいために生じた当然の結果である。また，切欠き深さやはり幅の減少率が小さい場合（RC6-49,RC8-49, RC6-W,RC8-W）のひび割れ発生荷重は，3要素分割で得た解（43.73kN）よりも内田らの実験値(34.90kN)により近くなっている。

ii) 付表.14で，切欠き深さ，はり幅の減少率が小さいときの降伏荷重は，ほぼ同じで，3要素分割で得た解(25.58kN)よりも内田らの実験値(21.0kN)により近くなっている。

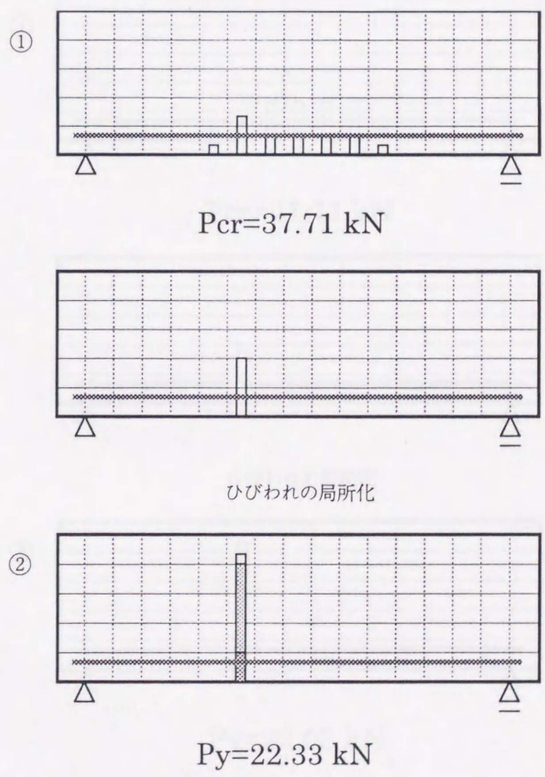
iii) 付表.14 で，終局荷重は各値にばらつきがあり，特に RC6-W は，他の供試体と比較してかなり高めとなっている。これは，時間増分 Δt，減衰影響係数 α および強制変位の増分 Δu 等のパラメータの設定値に多少問題があり，逐次計算途中の誤差が累積した結果と思われる。しかし，15要素分割による RC6-49，RC8-49，RC8-W の解析結果は，3要素分割で解析した値より実験値に近い結果を示した。

iv) 付図.35(b)~付図.40(b)には，ひび割れ発生状況を示してある。ひび割れ発生荷重(Pcr)が作用しているときの分布ひび割れの長さを見ると，切欠き深さやはり幅の減少率の小さい RC6-49，RC8-49，RC6-W，RC8-W ではモーメントスパン内のひび割れ長さはほとんど同じであるが，はり幅の減少率が大きい RC6-45，RC8-45 は減少させた要素のひび割れ長さが他の要素に比べ大きくなっている。しかし，切欠き深さやはり幅の減少率の小さい場合でも，ほぼ同じ長さだったひび割れが，初期欠損を入れてあった要素の所だけ急激に進展し，他の部分は除荷が起こっている。すなわち，モーメントスパン内のはり下面に生じた分布ひび割れが，一本のひび割れだけに集中化することが計算の上でも示されたことになる。なお，内田らの実験結果もひび割れは一本のみ発生しており，本解析結果と同じである。これより，本解析法で，低鉄筋比RCはりのひび割れ解析が可能であることが示された。

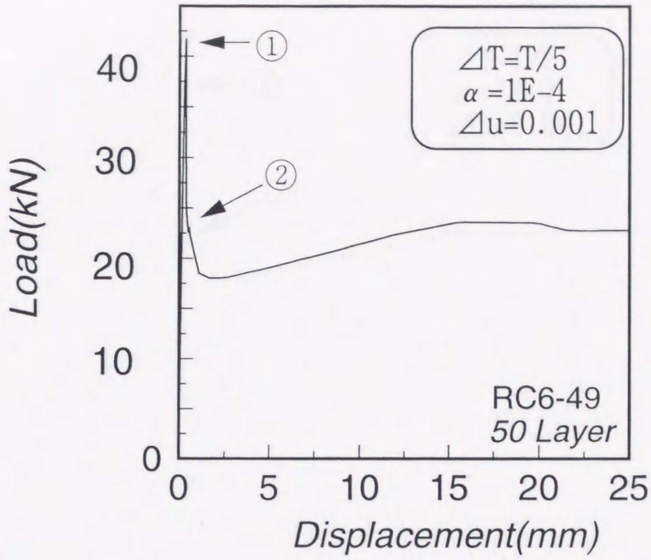
v) 付図.41，付図.42 の応力分布図からは，ひび割れ要素と健全な要素との違いがよく出ていることがわかる。



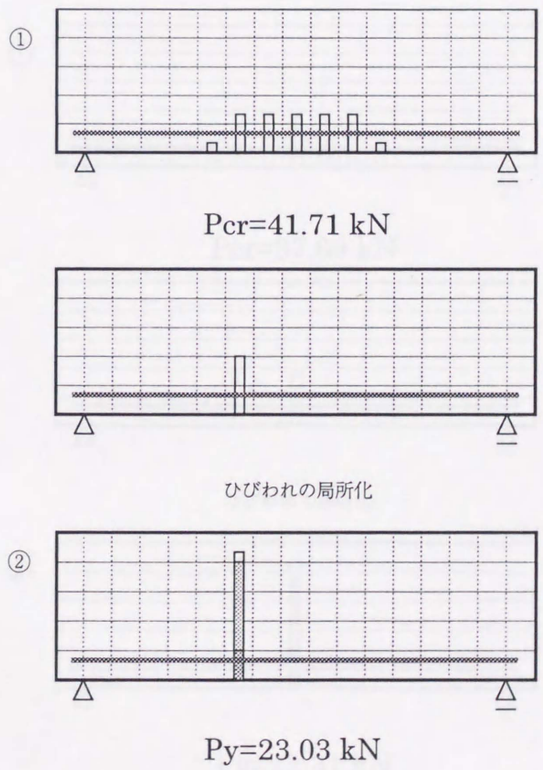
付図.35(a) 荷重－変位曲線(RC6-45)



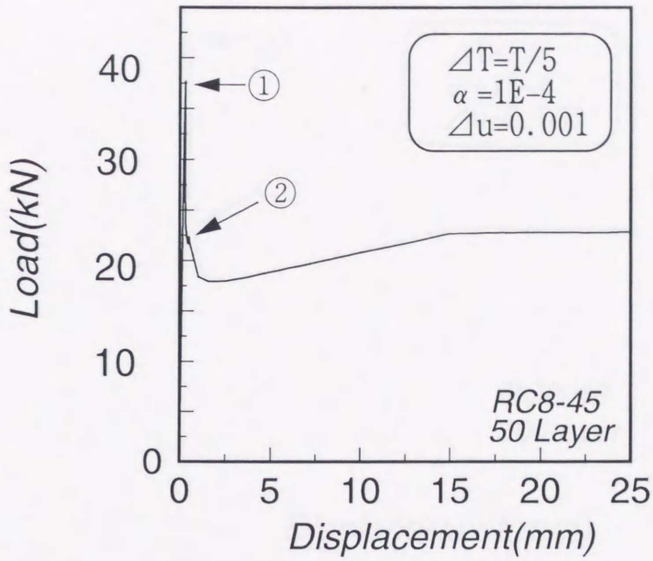
付図.35(b) ひび割れ図(RC6-45)



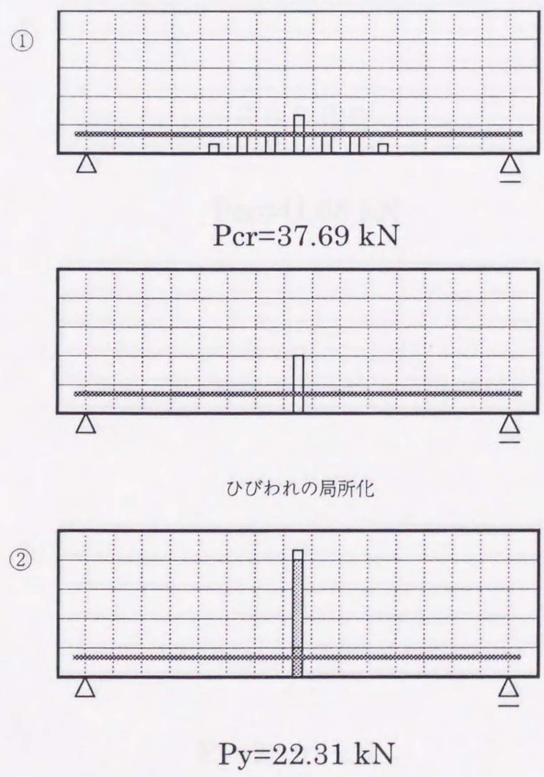
付図.36(a) 荷重－変位曲線(RC6-49)



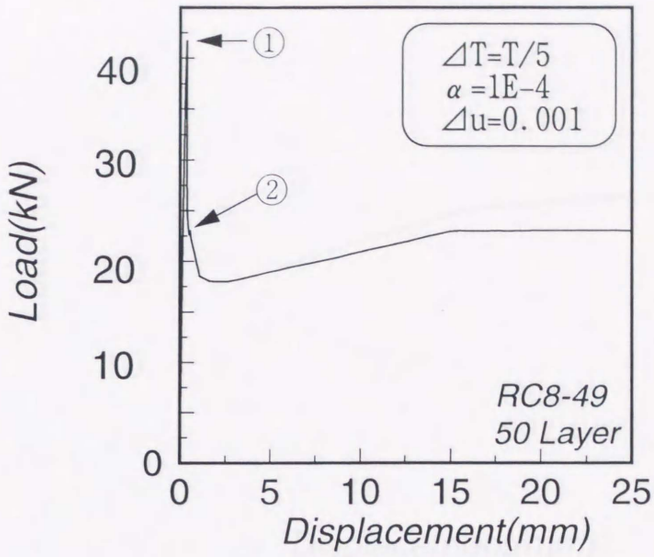
付図.36(b) ひび割れ図(RC6-49)



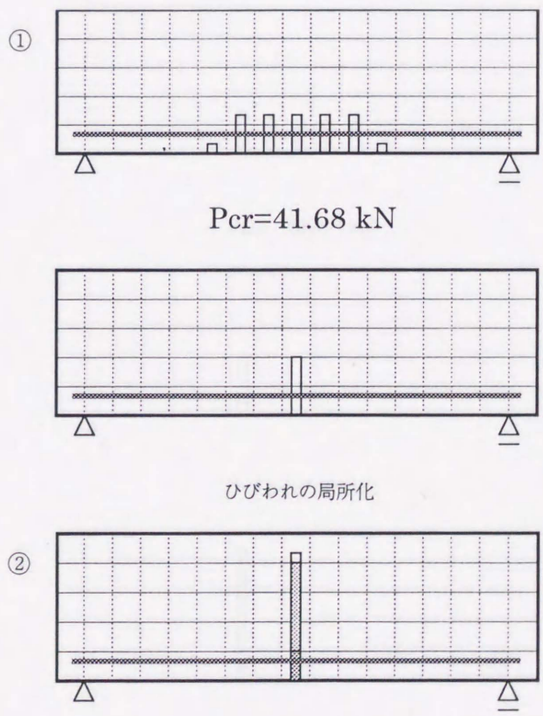
付図.37(a) 荷重－変位曲線(RC8-45)



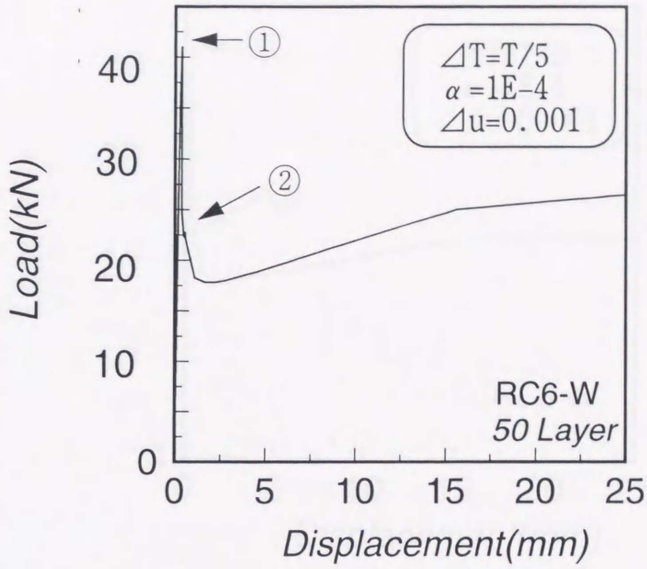
付図.37(b) ひび割れ図(RC8-45)



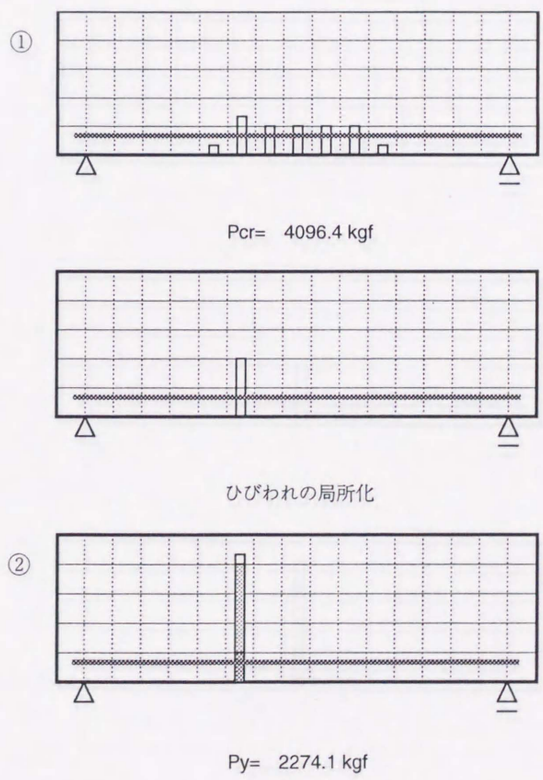
付図.38(a) 荷重－変位曲線(RC8-49)



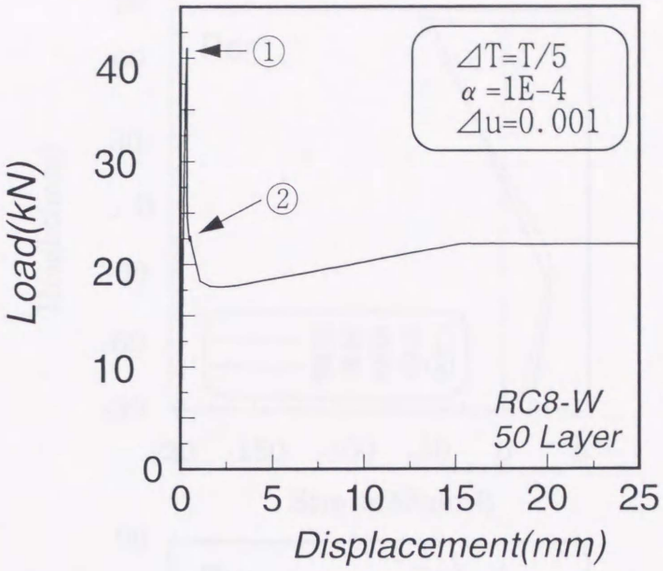
付図.38(b) ひび割れ図(RC8-49)



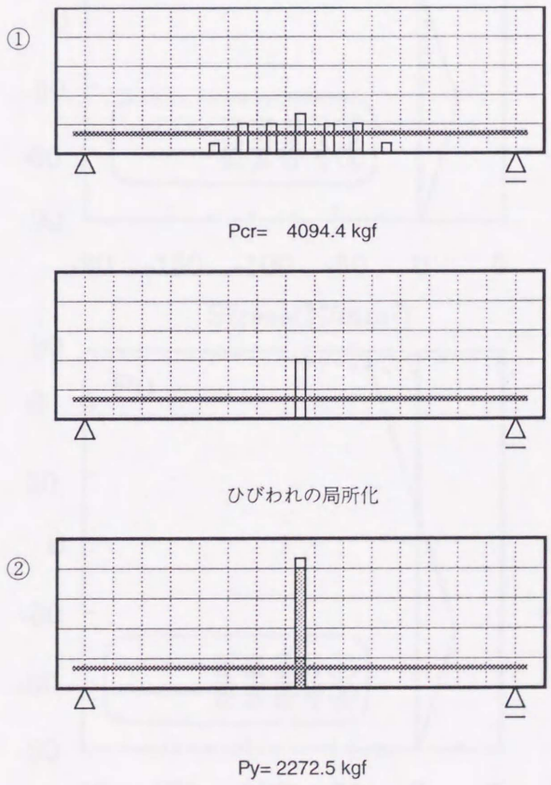
付図.39(a) 荷重－変位曲線(RC6-W)



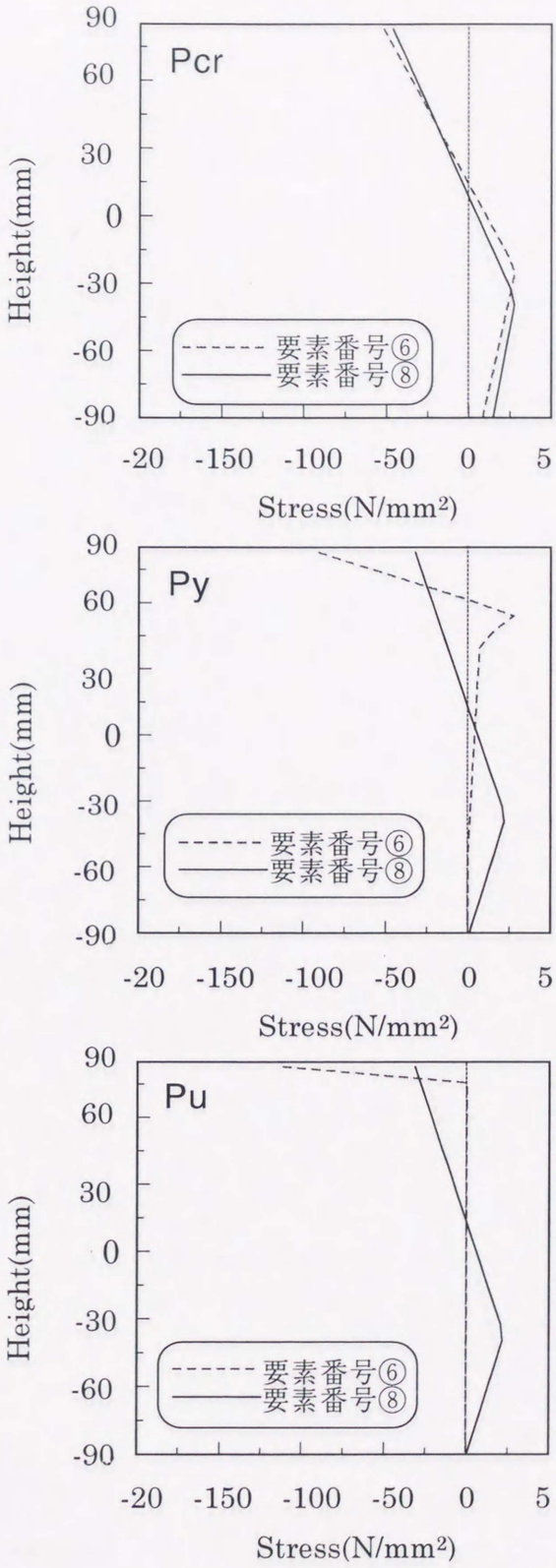
付図.39(b) ひび割れ図(RC6-W)



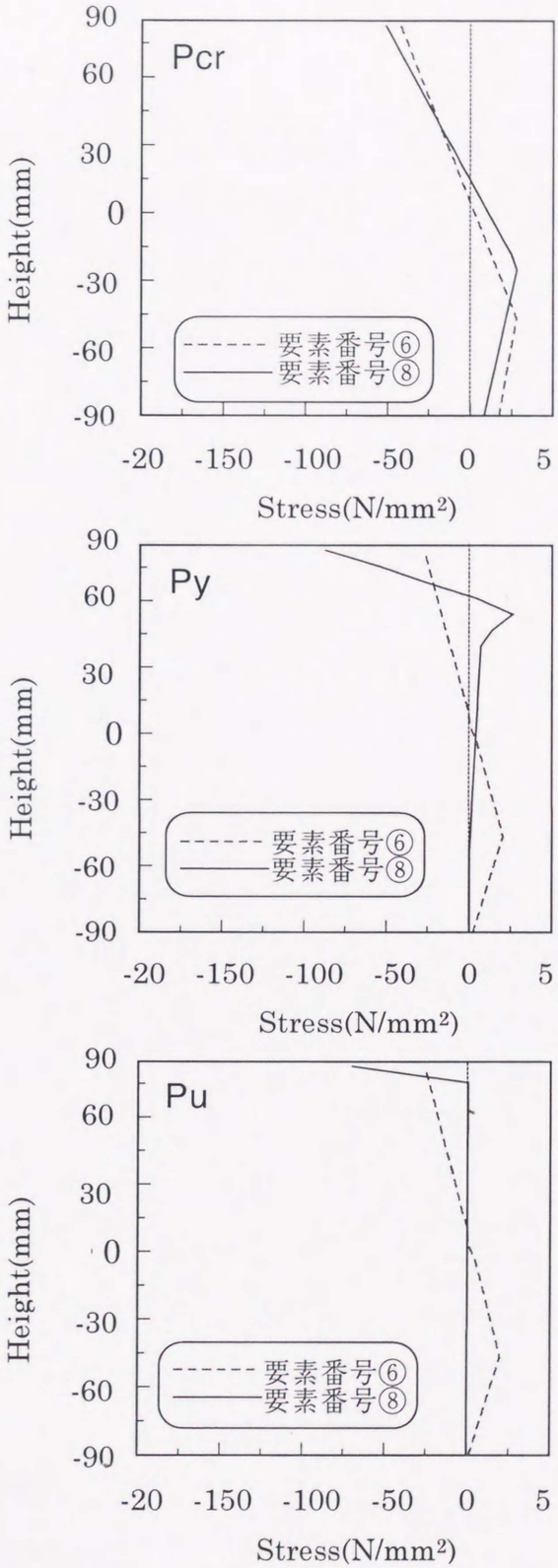
付図.40(a) 荷重－変位曲線(RC8-W)



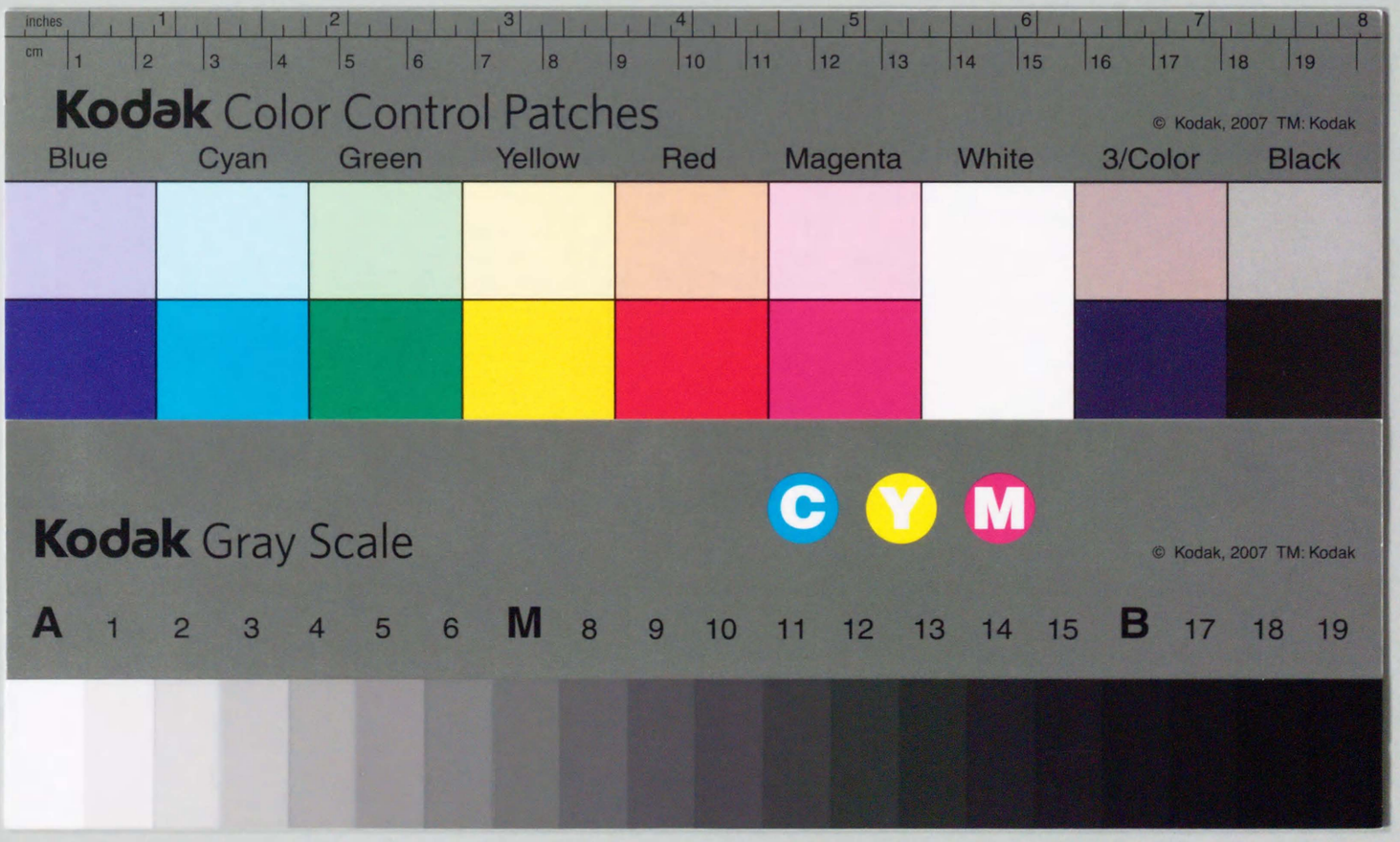
付図.40(b) ひび割れ図(RC8-W)



付図.41 応力分布図(RC6-49)



付図.42 応力分布図(RC8-49)


inches
1 2 3 4 5 6 7 8
cm
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Kodak Color Control Patches
© Kodak, 2007 TM: Kodak
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black
Kodak Gray Scale
C
Y
M
© Kodak, 2007 TM: Kodak
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19