

ダクトは、凍結によって損傷を受けないように、水が浸入しないように保たなければならない。

109.2 コンクリート温度

グラウチングに際しては、コンクリートの温度は 45°F

(7.2°C) 以上でなければならない。また現場養生した 2 in³ の供試体が少なくとも 800 psi (56 kg/cm²) の圧縮強度に達するまではこの温度を保たなければならない。

(訳者：日本道路公団、名神高速道路部第二課)

質 疑 応 答

質 問

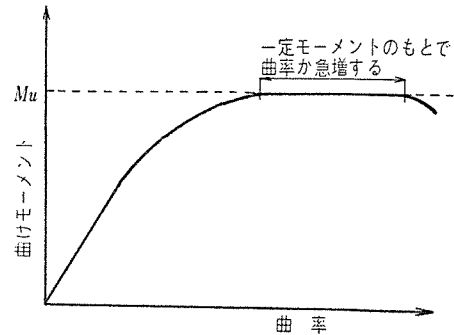
プレストレスト コンクリート連続バリでコンコ
ーダント ケーブルを求め、これを施工の便利なよう
に直線移動してもよいとのことでありますが、破
壊に対する安全度は変化するのではないでしょ
うか。
【石川県 山口 光広】

解 答

PC連続バリで、各径間のPCケーブル曲率半径を変えないで、中間支点の偏心量を変えて、PCケーブルの直線移動を実施しても、弾性理論によるとプレストレスングの効果には変化はありません。この性質はPC連続バリの設計にあたって非常に大切なものであることは御質問のとおりであります。もし支点断面における偏心量が変化して、PCケーブルの有効高さ d が直線移動の結果、変化するものとすれば、この断面の破壊抵抗モーメントは当然変化することになります。もし破壊安全率をある設計断面における破壊抵抗モーメントとその断面における設計モーメントの比で規定するものとすれば、直線移動をしたのちには当然破壊安全率は変化することになります。すなわちPCケーブルを直線移動しても設計荷重による曲げモーメントは変化しませんが、この断面において有効高さ d が変化していますので、破壊抵抗モーメントは変化しているからであります。すなわち以上のような意味で破壊安全率を定めるとしますと、PCケーブルを直線移動したあとの破壊安全率は変化するといえます。

しかし、もし曲げモーメントと曲率半径との関係が非直線性の区間を有し、曲げモーメントが大きくなると、曲げモーメントの増加はほとんどないのに、曲率半径がいくらでも小さくなるような性質を有する材料を用いた不静定構造物では、破壊荷重または破壊安全率を、前記のようにある設計断面における破壊抵抗モーメントと弾性理論によって求めた曲げモーメントとの比で定めることはできません。すなわち荷重が大きくなると、最も弱い断面においてこの断面の曲率は、曲げモーメントが増

図-1 曲げモーメントと曲率



加しなくてもいくらでも大きくなりますので(図-1)、荷重に比例した曲げモーメントとはならず、より強い断面の曲げモーメントが急激に(荷重に弾性的に比例しないで)増加してゆきます。このような性質がありますので、構造物全体としての破壊荷重は最も弱い設計断面の破壊抵抗モーメントと、その断面の設計モーメントとの比で定めることはできないこととなります。

PC部材は一般に前記のように曲げモーメント～曲率関係に非直線性の区間があります。すなわち、ひびわれを発生するまでは完全な弾性材料のように作用しますがひびわれを発生しますと、作用する曲げモーメントの増加割合より大きい割合で、その断面は回転を生じます。さらにひびわれが発達しますと、作用する曲げモーメントはほとんど増加しないのにもかかわらず、断面の回転角はどんどん増加してゆきます。このようにPC部材はひびわれを発生してしまうと、塑性材料のような性質を有しております。したがってPC不静定構造物では破壊安全率をある断面の破壊抵抗モーメントと、弾性理論による設計モーメントとの比で求めることはできません。したがって破壊安全率を定める場合には塑性理論を用いるのが適当なのであります。

PC不静定構造物の破壊荷重を、正確に求めるためには、断面の曲げモーメントと曲率との関係がわからないとならないのですが、この問題は最近になって注目されてきたものであります。

御質問の直線移動を実施したPC連続桁の破壊安全率に関して Morice & Lewis の実験がありますので、以下これについて紹介いたします。この実験は2径間連続バリ 28 本について、コンコーダント ケーブルを任意に

表-1 2径間連続桁破壊試験結果 (Morice & Lewis)

グループ番号	桁番号	PCケーブル配置		測定偏心量		立方体強度 (kg/cm ²)	測定モーメント		計算破壊抵抗モーメント		破壊荷重			試験破壊荷重に対する比
		図-2の記号	記号	径間 (cm)	支点 (cm)		径間 (kg-m)	支点 (kg-m)	径間 (kg-m)	支点 (kg-m)	計算値 (kg)	試験値 (kg)	両者の比 測定値/計算値	
I	1	a	RC	-2.4	+2.3	565			1340	1300	3440	3860	1.12	0.96
	2	b	RT _h	-1.3	+5.3	652			1190	2120	3900	4100	1.05	1.02
	3	c	RT _b	-3.6	0	562			1570	855	3480	3860	1.11	0.96
	4	d	RT _b	-4.7	-2.4	626			1920	480	3800	4210	1.11	1.05
IV	10	e	PC	-0.8	+1	530			980	1030	2580	3040	1.17	0.97
	11	f	PC _{bt}	-3.8	-5.6	522			1540	62	2720	3200	1.18	1.02
V	12	a	RC	-1.55	+3.05	565	1300	1430	1160	1450	3260	3510	1.08	0.99
	13	b	RT _h	-1.3	+5.35	550	1000	1990	1085	1950	3580	3560	0.99	1.00
	14	b	RT _h	-1.04	+5.35	550	1060	1810	1020	1960	3460	3560	1.03	1.00
	15	d	RT _{bt}	-4.6	-2.78	581	1860	400	1890	395	3620	3700	1.02	1.04
	16	d	RT _{bt}	-4.3	-2.0	510	1730	430	1640	462	3260	3400	1.04	0.96

注 RC:直線ケーブルのコンコーダント, RT_h:直線コンコーダントを上向きに直線移動, RT_b, RT_{bt}:直線コンコーダントを下向きに直線移動
PC:パラボラケーブルのコンコーダント, PC_{bt}:パラボラコンコーダントを下向きに直線移動

直線移動し(したがって弾性範囲内では全く同一の応力状態にあります), この破壊荷重がいかに変化するかを検討したものであります。断面は 10.2×15.2 cm の矩形断面で, 8φ5.08 mm のフレスナーケーブルによってプレストレスングされました。ケーブル配置は 図-2 のように直線ケーブルの場合とパラボラの場合とがあります。直線ケーブルおよびパラボラケーブルを任意に直線移動し(すなわち中央支点の偏心量を上下に移動させる), 各径間のスパン中央に集中荷重を同時に作用させて破壊試験を実施しました。

その結果の代表的なものを 表-1 に示してあります。表中の計算破壊荷重は, 荷重点および中央支点でそれぞれその断面の破壊抵抗モーメントに達しているとして, 求められました。計算結果は, つぎの式で与えられます(図-3)。

図-2 ケーブルの配置

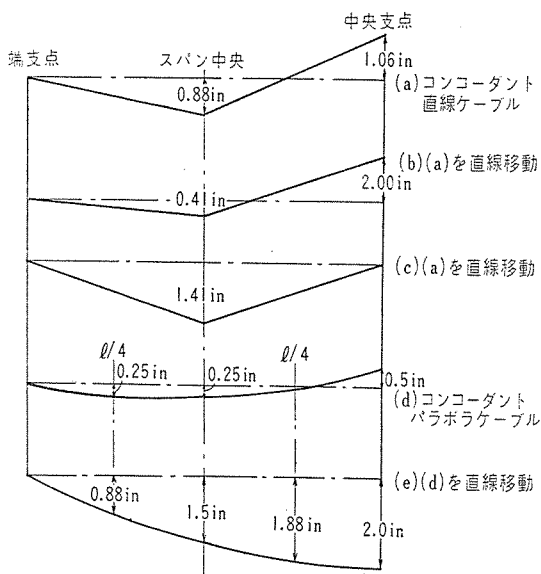
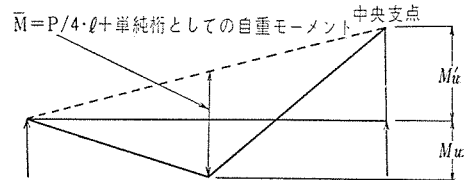


図-3 破壊時のモーメント分布



$$P_{ult} = \frac{4}{l} \left(M_u + \frac{1}{2} M_u' - \text{自重による単純桁モーメント} \right)$$

また表中の測定曲げモーメントとは支点反力を測定しこれから計算した破壊時の曲げモーメントであります。

代表的な数例について特に興味ある事項を述べますとつぎのようであります。

(1) 直線ケーブルで鉄筋を配置していない場合 (No. 1~No. 4 および No. 12~No. 16): 大きく中央支点の偏心量を変えても破壊荷重にはいちじるしい変化がないことは注目すべきことです。直線移動の結果, 中央支点の破壊抵抗モーメントは極端な場合には約 1/4 にもなっています。したがって, この断面の破壊抵抗モーメントと弾性理論による曲げモーメントとの比で破壊安全率を表わすとしたと, 安全率は約 1/4 になるのですが, 実際には破壊荷重にはほとんど変化がありません。

(2) パラボラ配置で鉄筋の配置していない場合 (No. 10, No. 11): コンコーダントケーブルは各径間でパラボラで, 中央支点での偏心量は中立軸から上縁(引張縁)に 1.27 cm であります。これを直線移動して, 中央支点断面で偏心量を中立軸から下縁(圧縮縁)に向って, 5.08 cm の位置に移動させ, 相隣れる径間の PC ケーブルを 1 本のなめらかなケーブル配置としたものであります。中央支点の有効高さは 8.87 cm から 2.52 cm になっています。したがって, この断面の破壊抵抗モーメ

ントは約 1/16 に変化しているのですが、試験結果では破壊荷重はほとんど変化しておりません。計算破壊荷重と試験破壊荷重とは完全には一致しておりませんが、両桁については試験破壊荷重はよく一致しております。

その他、鉄筋をも配置した場合についても試験をしておりますが、これらの結果によりますと、平均値に対する差はグループ I で 5%，グループ II で 3%，グループ III で 5%，グループ IV で 0.5%，同様にグループ V, VI, VII に対してそれぞれ 4%，1%，および 10% となっております。これらの結果から、直線移動を実施したあとでも、破壊荷重時には、設計断面において破壊抵抗モーメントに同時に達していたものと結論できます。これら設計断面における直線移動量が相当異なっていたのですから、これら断面の破壊時の最大回転角も相当異なっていたはずであります。試験桁の断面は曲げモーメント～曲率曲線で相当な水平区間を生じていたものと考えられます。

以上は試験結果の紹介であります。これは PC 鋼線断面面積が比較的小さい場合で、PC 鋼線に最初与える引張応力の大きい場合には、大体成立することでありま

す。しかし PC 鋼線を圧縮縁にあまり近かずけすぎで有効高さを非常に小さくしますと、PC 鋼線断面面積とコンクリート断面面積 bd の比が大きくなりますので、PC 鋼線の応力が十分大きにならないうちに、圧縮縁コンクリートが破壊をおこし、そのために十分大きい断面回転角が生じないこととなります。このような場合には直線移動をしたのちの連続桁の破壊荷重は直線移動前のコンコーダント ケーブル配置の場合より、小さくなると考えられます。しかしあまり極端な直線移動でないかぎり、コンコーダント ケーブルを直線移動しても、連続桁としての破壊安全率には、変化はないものと考えてよいでしょう。前述したように安全率の考え方を断面の破壊モーメントと設計曲げモーメントの比で表わすかぎり、直線移動は安全率を変える結果となりますが、実際には構造物としての安全率を変えることにはならないのであります。この点を正確に検討できるためには、PC 部材断面の曲げモーメント～曲率関係が十分わかってこないなりません。この問題は今後の研究に待たなければなりません。

【極東鋼弦コンクリート振興 KK 猪股 俊司】

東京製鋼製品

PC WIRE & STRAND

製造元 **東京製鋼株式会社**
 発売元 **東鋼商事株式会社**

東京都中央区日本橋室町2丁目8番地 古河ビル四階
 電話 (211) 2851 (大代表)