

(7) 鋼線とコンクリートとのボンドに就いて

金井重要工業株式会社 阿 部 賢 一 郎

1. はし が き

ブリテンション方式に於ける鋼線とコンクリートとのボンドに就いては、実用上知りたい事が多く、又その機構を考えるのも面白いと思うのであるが、未だ余り詳しいことは調べられていない。

プリストレスト・コンクリートに於けるボンドの測定法には公式化した方法がない。

鉄筋コンクリートと違って緊張力の影響があるかも知れないので、鋼線を張つて埋込みたいのであるが、この場合、測定前に張力を開放すると埋込長がその時のボンド長の2倍より短かければ、鋼線はコンクリート内部で上つてボンドストレスは低下してしまふし、それよりも長ければ普通の引抜試験法の如く引抜くことは出来ないのが普通である。従つてこれらの点を考慮して、次の測定法を考案した。

2. 測 定 法

第1図の如く支持棒A、Bに支持板C、D、E、をナットで固定して枠を作る。C、E、間に鋼線Hを板型アンカーF、G、に依り緊張して止める。支持板D上にコンクリートIを打ち、硬化するのを待つてコンクリートの前後の鋼線に歪計J、Kを取付けて準備が終る。

測定するにはまづCの固定ナットを弛めてCI間の鋼線を徐々に弛める。その時の緊張力の変化は歪計Jにより知ることが出来る。この時IE間の鋼線は弛まないが、やがてCI、IE間の張力差が充分大になれば、鋼線はコンクリート内部で上つてIE間の張力が低下する。この時の張力を歪計Kで知り、又その歪量より比例関係によつてコンクリートIの右端に於ける鋼線の送り量を知ることが出来る。

この様にしてCI間の張力が0になるまでCを移動させその時々歪計J、Kを読めば、ボンド—送り量の関係を知ることが出来る。

なほ歪計J、Kはゲージレンジ20cmでダイヤルゲージに依り変位を測定するものである。又鋼線破断時のボンドの測定を行うにはCI間の張力を全部弛めた後Dを右に移動させることに依つて行うことが出来る。

実際に使つた装置を第2図の写真に示す。

この方法によつて二三の実験を行つたので次に報告する。

3. 一実験例及実験条件其の他

まづ第3図はこの方法に依り測定した実験例の典型的なものである。縦軸にボンドストレス、横軸に送り量を示す。

こゝでボンドストレスとは

$$\begin{aligned} \frac{\text{IE間の張力} - \text{CI間の張力}}{\text{コンクリートと鋼線の接触面積}} &= \frac{\text{CI間の張力減少} - \text{IE間の張力減少}}{\text{コンクリートが支持する張力}} = \sigma_B \end{aligned}$$

である。

ボンDstressは $\pm 0.05\%$ 内外で鋭い極大値を示し、その後 $\pm$ 量が急に増大すると共に、ボンDstressも低下して一定値に落着く。極大値を示す前の $\pm 0.05\%$ 内外の変位は真の $\pm$ りであるか、或は支持棒等の弾性変形であるかはつきりしない。又ボンDstressの極大値を $\sigma_B^{\max}$ 、低下後の一定値を $\sigma_B^{\min}$ 、と呼ぶことにする。

この時の埋込長は 15cm で其の他の実験条件は第一表に示す如くである。又以下に述べる実験はすべてこの第一表の実験条件に依つたものである。

4. ボンDstressの分布

埋込長を変化させて見た所ボンDstressの値も著しく変化した。第4図は種々の埋込長さに於けるボンDstress — $\pm$ り曲線の実験例である。

この結果は鋼線の長手方向のボンDstress分布が著しく変化していることを示すものである。

第2表に埋込長を変化させた一連の実験群に於ける $\sigma_B^{\max}$ 及びその時の $\pm$ り量又 $\sigma_B^{\min}$ の値を示す。

これらの値を各埋込長ごとに平均し、 $\sigma_B^{\max}$ を第5図、 $\sigma_B^{\min}$ を第6図の点線に示す。 5cm 位の埋込長さの時に極大値を示している。

これらの値に接触面積を乗じた値、即ちコンクリートの支持する張力を両図夫々に太い実線で示す。

又この実験よりボンDstressの分布を次の方法に依つて推定することが出来る。

$$\begin{aligned} &\text{即ち } x_1^{\text{cm}} \text{ と } x_2^{\text{cm}} \text{ との間のボンDstressを } 6_B x_1, x_2 \\ &x_1^{\text{cm}}, x_2^{\text{cm}} \text{ の埋込長のボンDstressを } 6_B x_1, 6_B x_2 \\ &\text{とすれば } 6_B x_1 x_2 = \frac{x_2 6_B x_2 - x_1 6_B x_1}{x_2 - x_1} \end{aligned}$$

この結果をやはり夫々第5, 6図の細い実線で示す。

第5図のボンDstressの分布は、 $\sigma_B^{\max}$ について計算したもので従つて殆んど $\pm$ らない時のボンDstressの分布を示すものと看做することが出来る。又第6図は $\sigma_B^{\min}$ についてのもので、これは充分 $\pm$ つた後のボンDstressの分布を示す。

この様にして近似的にボンDstressの分布を想定することが出来、その結果端部より 4cm 位のかかなり端に近い所で、主として鋼線の張力を保持していることが想像される。

但しこれらの分布は埋込長を変化させた実験より求めたもので充分長い埋込長の端部に於けるボンDstressの分布を正しく示すかどうか、厳密には多少の疑問がある。

何となればボンDstressの値は $\pm$ り量に依つて著しく変化するので、埋込部分の各部に於ける $\pm$ り量の分布が影響する恐れがあるからである。

5. 鋼線の表面状態の影響

a 表面を硝酸で洗つて充分に且つ均一に発錆させたもの。

b トリクレンで脱脂したのみで光輝状態のもの

c グラインダーで 10% おきに僅かの凹痕をつけ光輝状態の僅のもの。

上記三種の鋼線についてボンDの比較を行つた。

埋込長はすべて15cmとした。この結果を第7図(ボンドストレス—変り曲線)及び第3表に示す。

この実験は実験数が少くばらつきもかなり甚だしいが、錆びた線は光輝線よりも著しく秀れ、又凹痕をつけたものは変りはじめる点が前二者のほど中間にあり、又変った後ボンドストレスは普通と異つて低下せず反つて上昇することが判る。

6. む す び

以上プリストレス・コンクリートのボンドについて、その測定法の考案及びそれにより求めた若干の結果の内、ボンドストレスの分布、又鋼線の表面状態によるボンドの相違等について述べた。これらの予備実験に依つて、プリストレス・コンクリートに於けるボンドの輪廓が判つたと思うので第一報として発表し、今後更に詳細について研究を進めたい。御批判を戴ければ幸である。

図-1

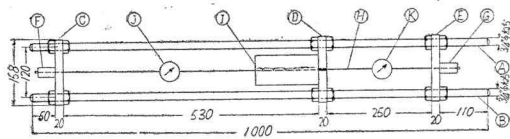


図-3

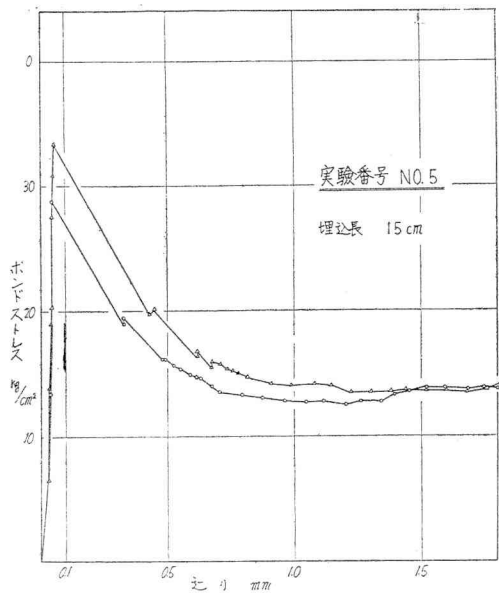


図-4

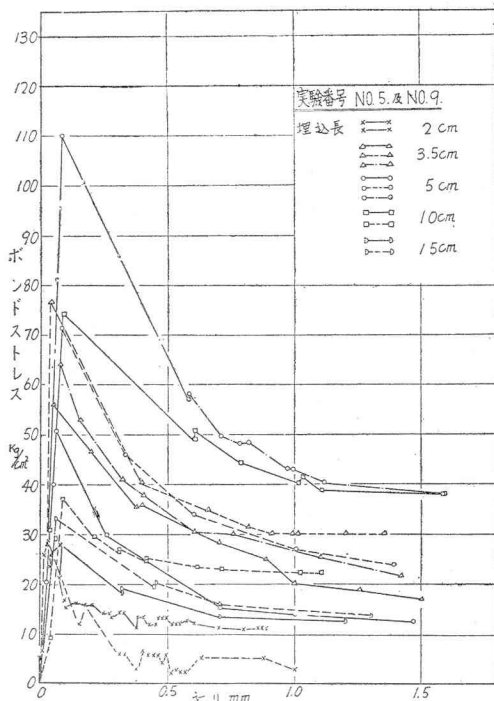


図-2

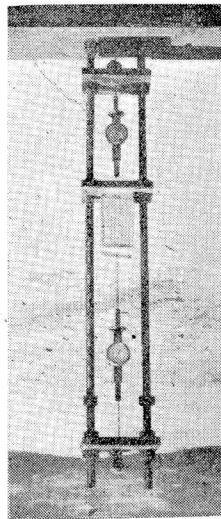


表-1

実験条件

ピアノ線	コンクリート	施工	養生
線径 2.03mm (φ2)	配合比 1:1.5:2.5 (セメント:砂:石)	記録	セーラー式 (ハッチ) 型金型
号数 3号	粗骨材 粒径 5mm 以下 15%		3時間放置後 12時間 50℃ 蒸気養生
抗張力 195.9 kg/cm²	細骨材 淀川	打込	7-フルバインダ 1:2.5 型金型 30分
初期弾性率 420 kg/cm²	セメント アサヒセメント		養生 7日後測定
弾性率 67%	水切り 35%		
表面 鋼板に接合			
ヤング率 21000 kg/cm²			

コンクリート圧縮強度 15^{mm} × 30^{cm} シリンダー (各実験番号につき3個)
各実験番号の平均値 497.0 kg/cm² (7日)

ボンドテスト用コンクリート供試体の寸法 7^{cm} × 7^{cm} 長さLは目的の倍に変更

表-2

実験番号	ボンド・ストレス kg/cm² 6B max kg/cm²									試験時間
cm	2	3	4	5	6	7	8	9	平均	標準平均
15	476 283 368 440 61.5	408 406 343 238 (576)	246 254	336 288	124 375	21.7 670	15.1 328		350	337
10			52.7 36.9	74.7 62.0	770 20.7	332		51.1	327	
5			930 71.5	1260 1440	1080	669 426	503 71.5 1100		884	283
3.5							64.1 670 673		66.1	149
2							27.4 28.1		27.8	37
	ボンド・ストレス kg/cm² 6B min kg/cm²									
15	16.7 10.3 13.1 17.8 20.3	15.8 16.3 15.1 10.7	11.1	136 12.8	12.1 31.0	14.3			15.4	14.8
10			20.5 22.0	37.2 31.6	33.0	10.7 8.5			23.4	150
5			43.4 38.5	68.7 58.8	44.8	28.1 10.3	12.8 24.1 38.0		36.8	110
3.5							22.1 30.1 16.6		22.9	52
2							0 8.0		4.0	5

図-5

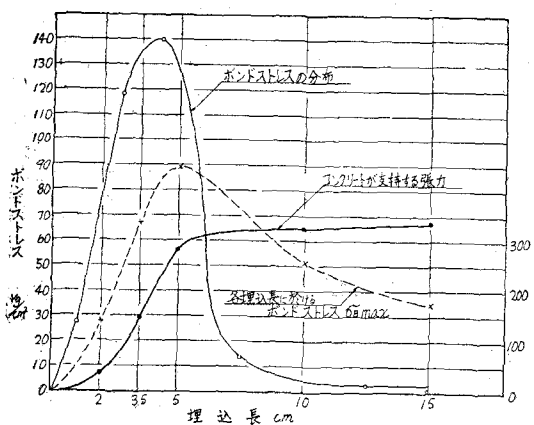


表-3

	硝酸により浸蝕せしもの	トリクレトンに依り脱脂(光輝のない)	クラインダーに依り脱脂(光輝のない)
GB_{max} kg/cm ²	1 21.7 (0.090) 2 47.0 (0.090) 平均 34.4 (0.090)	1 10.9 (0.050) 2 31.3 (0.101) 平均 21.1 (0.116)	24.9 (0.060) 34.9 (最高値) 33.9 (---) 平均 34.4
GB_{min} kg/cm ²	1 7.8 2 31.0 平均 19.4	5.4 19.0 平均 12.2	

図-6

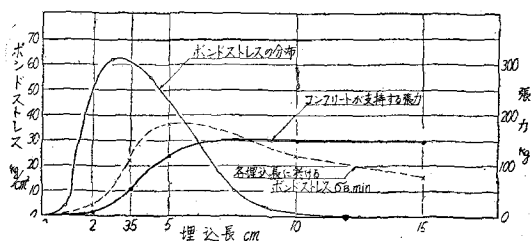


図-7

