

アンボンド部材の設計と取扱い指針

—建築学会の方針—

鈴木 計 夫*

まえがき

アンボンド PC 部材に関する規定が初めて示された現行の日本建築学会の“プレストレストコンクリート設計・施工規準”(以下 PC 規準と略記)は、出版されてから既に5年余を経ており、この間に実施例も徐々にではあるが増えてきている。しかしその規準には設計法の基本的事項が主として示されており、使用材料や施工に関連した諸問題については、ほとんどふれられていなかったもので、これに関する検討委員会が学会内に組織された。その検討結果は、“アンボンド工法用 PC 鋼材と施工時の取扱いについて”(以下アンボンド工法指針と略記)と題する指針として建築雑誌に公にされ¹⁾、PC 規準の次の改訂の際にはこの指針の内容が規準本文に組み入れられる予定になっている。

アンボンド PC 部材の設計法については既に PC 規準で PC 技術者等の目に充分ふれており、また本報告の紙数の関係もあるのであつきの項で簡単に述べることにし、ここではアンボンド工法指針の内容を概説して建築学会の方針を示すこととする。より詳細な内容は文献 1) を参照されたい。なお、以下の報告文中四角の枠で囲んであるのは同指針の本文である。

1. アンボンド PC 鋼材用防せい材などの品質

- a) アンボンド工法に用いられる PC 鋼材の防せい材としては、つぎのような特性を有していなければならない。
- イ) 適当な軟度を有し、PC 鋼材を緊張する際の摩擦抵抗が小さく、かつ PC 鋼材の伸びに追従すること。
- ロ) 湿気を通さず、建物の全使用期間にわたって PC 鋼材に対して十分な防せい効果を有すること。
- ハ) 防せい材がその使用期間中さらされると予想される温度範囲(-20°C~70°C)においてぜい化したり、液化流失しないこと。また蒸気養生や高温高圧養生などで一時的な温度上昇を受けた場合に著しく変質しないこと。

* 大阪大学助教授、工学博士

ニ) 全使用期間にわたって化学的に安定でコンクリート、PC 鋼材、シーす材料などの周囲材料に悪影響をおよぼさず、また有毒ガス発生の可能性のないこと。

b) 防せい材としてのグリース類、アスファルト類の一般的性質は表-1に示される値を満足しなければならない。またそれらの防せい力については表-2に定める試験を行って確認しなければならない。

表-1 アンボンドPC鋼材用防せい材の品質試験方法と判定規準

項 目	試験方法	判 定 規 準	備 考
混和 ち ょ う 度	JIS K 2560	試験温度 25°C で 250~350	グリース類に適用 アスファルト類に適用
針 入 度	JIS K 2530	試験温度 25°C で 75~130	
滴 点	JIS K 2561	>100°C	アスファルト類に適用
引 火 点	JIS K 2274	>200°C	
軟 化 点	JIS K 2531	>130°C	
流 下 試 験	JIS Z 1802	80°C 24 時間以上	
フラスコ破壊点	JIS A 6011	-30°C 以下	
低温 付着性	JIS Z 0236	-17.5°C 1 時間以上	
遊離 酸	JIS K 2562	損失量 <0.2 wt/.	
遊離 アルカリ	JIS K 2562	損失量 <0.2 wt/.	
酸化 安定度	JIS K 2569	98.9°C 100 時間で <2 kg/cm ²	

表-2 防せい試験の判定規準

試験項目	試験方法	判 定 規 準	備 考
加熱銅板腐食試験	JIS K 2567	100°C 24 時間試験で著しい変色やさびがおこらないこと	
塩水噴霧試験	JIS Z 2371	5% NaCl 溶液を35°±2°C の温度のもとで噴霧したときの防せい時間がグリース類では >96 時間、アスファルト類では >24 日	試験片形状および判定方法は JIS Z 0236 による

c) グリース類、アスファルト類以外の防せい材の使用にあたっては、これらが表-1に示す一般的性質を持ち、十分な防せい力を有することを確認した上で使用することができる。

d) 防せい材塗布後にシーすを被覆して使用するものにおいては、シーすは化学的に安定で周囲の材料に悪影響をおよぼさず、有毒ガス等の発生の危険性がなく、かつ、適当な強度と柔軟性を有するものでなければならない。さらに防せい材とシーすとの両者によって防せい効果を期待する場合には、シーすは上記のほか耐久性に富むものでなければならない。

a) アンボンド PC 鋼材は 図-1 に示すように防せい材料の被覆方法によって、i) シース付きアンボンド

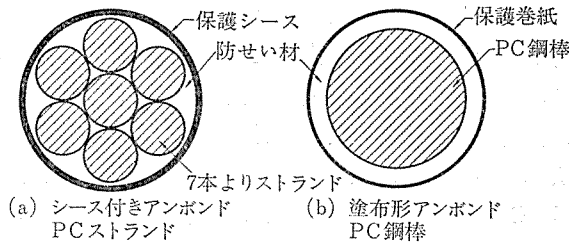


図-1 アンボンド PC 鋼材断面

PC 鋼材と、ii) 塗布形アンボンド PC 鋼材、に大別できる。いずれの場合も PC 鋼材は防せい材料で完全に被覆されており、前者には防せい材として普通グリースが用いられ、その外側にシースが被覆されているが、後者の場合はアスファルト系あるいはポリマー系防せい材が約 1mm 厚に塗布され、その上に防護用のテープが巻き付けられている。これらの防せい材料は基本的には本文イ) からニ) に示すような性質を持つことが要求される。

これらの基本的性質を備えているかどうかの判断は、種々の試験によって行われなければならないが、PC 用防せい材としての試験方法および判定規準は今のところ定められていないので、暫定的に防せい材料 JIS などを参考にして試験項目と判定規準を示したのが、本文表-1 および 表-2 である。すなわち、本文 表-1 の混和ちょう度（グリース類に適用）および針入度（アスファルト類に適用）試験は、主として上記基本的性質イ) の判断に用いるものであって、円錐板または先端円錐形の針が規定荷重をあたえたときに試料に貫入する深さによって、防せい材の軟度を表わす。これらの値はそれぞれ大きいほど軟らかいことを示す。防せい材は気温や使用温度に適した軟度のもを使用することが大切であり、その適正軟度については 5. において述べる。

滴点、軟化点、流下試験は、高温時の液化流失を防ぐための試験であり、フラース破壊点、低温付着性は低温におけるぜい化、ひびわれがおこらないことを保証するものである。いずれも防せい材が PC 鋼材から離脱して防せい効果が失われることのないよう判定規準が定められている。

引火点は耐火性の目安となるものであるが、アンボンド PC 部材に対する多くの耐火性試験結果によると、火災時 PC 鋼材最高温度制限値 450°C になっても、コンクリート中に閉じ込められている防せい材は、200°C 程度の引火点のものであっても発火することなく、全く通常の PC 部材と同等の耐火性を示すことが確認されてい

る^{2),3)}。遊離酸、遊離アルカリについての規定は、防せい材はこれらのものが多量に含まれると PC 鋼材やコンクリートなどに悪影響を及ぼすことが十分予想されるので上限値を定めたものである。酸化安定度は防せい材自体が空气中の酸素の影響で劣化する度合を示すもので、ここに規定した値を満足すれば、長期間の使用に対しても変質せずほぼ安定した性状を保つと考えられる。

b) 表-2 にあげた防せい力試験はいずれも促進試験で従来防せい油、防せいグリース、防せいペイントなどである程度有用性が認められたものであり、これらの試験に合格したものは大きな問題はないと考えてよい。なお、同表中塩水噴霧試験の判定規準をグリース類とアスファルト類とに分けて規定したのは、一般にグリース類を用いる場合はシース材料による被覆が行われるので、そのシース材料による防せい効果を期待したものである。

これらはいずれも促進試験であるが、従来の経験からいって、これらの試験に合格したものは長期の防せい力の点でも大きな問題はないと考えてもよい。しかしながら PC 鋼材の取替え、防せい材料の補修が一般には困難な状態にあるので上記防せい力試験のほかには暴露試験を行って防せい耐久性の判断資料とすることが望まれる。

次にこのアンボンド PC 部材の耐久性に関する実験結果や実部材のデータを二、三示す。表-3 は昭和 34 年の伊勢湾台風による河川および港湾護岸復旧工事に用いられたアンボンド PC 矢板から取り出した PC 鋼棒と

表-3 アンボンド PC 矢板 (材令 17 年) から採取した φ11 mm PC 鋼棒およびアスファルト防せい材の試験結果

φ11 mm PC 鋼棒引張試験結果			
供試体番号	降伏点応力 (kg/mm ²)	破断強度 (kg/mm ²)	伸び (%)
A	127.5	137.0	7.7
B	測定せず	136.0	4.9
C	測定せず	137.0	6.3
JIS 規格値	>110	>125	>5

アスファルト品質試験結果		
試験項目	矢板より採取したアスファルト (材令 17 年)	規格値 (推定)
針入度 (25°C)	28	20~30
軟化点	79°C	>80°C
塩水噴霧試験	>30	>24

アスファルトの試験結果⁴⁾で PC 鋼棒、アスファルトともに極めて良好な試験結果を示している。ただし、PC 鋼棒供試体 B は矢板が一部損傷していた部分から取り出したもので、伸びが規格値をやや下回っている点を除いてほかは良好であった。また、アスファルトで被覆されている限り PC 鋼棒表面には全く発せいが認められず、磁気探傷による調査でも全くヘアクラックは認められて

解 説

いない。

表-4 はアンボンド PC まくら木から取り出した PC 鋼棒の引張試験結果を示したものである³⁾。取り出したまくら木は最近まで現地に敷設されて用いられていたもので、約 18 年間の使用に耐えてきたものである。試験結果は極めて良好な結果を示している。なお、コンクリ

表-4 アンボンド PC まくら木 (材令 19 年) から採取した PC 鋼棒引張試験結果

まくら木 形 式	鋼棒径 (mm)	試 験 所	降伏点応力 (kg/mm ²)	破断強度 (kg/mm ²)	伸 び (%)
HB-III 型	17.3	平行部	91.7	110.2	9
		ねじ部	—	100.3	—
HC-5 型	15.9	平行部	109.5	119.8	11
		ねじ部	—	109.1	—
規 格 値 (製造当初)			>60	>80	>5

ートから取り出した PC 鋼棒表面にはほとんどさびは認められず、アスファルトによる防せいが完全であったことを裏付けている。

なお文献 6) には、ポリマー系防せい剤を $\phi 9.2$ mm D種 PC 鋼棒に用いて、その塗布厚 (0, 0.1, 1 mm) と耐食性との関係を知るために、酸性流水中、干満のある海中および大気中の 3 種条件下での暴露試験を行った結果が示されているが、実験開始後 6 年を経過した現時点では、塗布厚 0 のものは最初の 2 条件下では既に破断 (浸漬後それぞれ 4 日, 3 か月) しているが塗布厚 0.1, 1 mm のものは全く異常が認められていない。したがって塗布厚を 1 mm にしておけば耐久防せい力は半永久的であろうと推測されている。

以上の諸結果から PC 鋼材が防せい材で完全に被覆されている限り腐食破断の心配はまずあるまいと判断される。アメリカにおいては 30 年近いアンボンド PC 部材使用実績を持つが、PC 鋼材の腐食破断による構造物の事故は全く起こっていないようである⁷⁾。

2. アンボンド PC 鋼材の運搬・保管

アンボンド PC 鋼材の運搬、荷扱い、保管にあたっては、防せい・被覆材に損傷を与えたり、ほこり、泥などが付着しないよう十分な注意を払わなければならない。また特に保管にあたっては火気や高温にさらされないよう注意しなければならない。

アンボンド PC 鋼材の取扱いについては一般の PC 鋼材の場合と同様の注意が必要であるほか、その防せい被覆材が基本的には軟らかく変形しやすいものであること、熱影響を受けやすいものであること、またアンボンド PC 部材の使用期間中 PC 鋼材全長にわたって防せい

の効果が維持されなければならないこと、などに基づく取扱い上の注意が要求される。

すなわちアンボンド PC 鋼材の吊上げ時の吊具は被覆材に損傷を与えるようなものは避け、トラックからの投げ降し、地上を引きずる直接運搬などは行わないようにする。また保管に際して大量の積重ねは避ける必要があり、同時に熱の影響を受ける恐れのない場所を選ぶことも大切である。なお温度上昇による防せい剤の軟化流出は 70°C 程度までの温度であればほとんど問題はないと考えられる。

3. アンボンド PC 鋼材の配置

- a) アンボンド PC 鋼材を所定の位置に配置するにあたり、地面、型枠および他の鉄筋などの接触により、防せい・被覆材を損傷しないよう留意する。
- b) アンボンド PC 鋼材は設計図に示された寸法に従い、正確に配置されなければならない。
- c) アンボンド PC 鋼材はコンクリートが十分に充填され、防せい・被覆材に支障のない限り束ね配置することができる。
- d) アンボンド PC 鋼材の支持方法は、防せい・被覆材の損傷や厚みの変化を起こさないような形状とし、かつ、コンクリート打設に際しても PC 鋼材が移動しないような間隔とする。

b) 配置間隔：粗骨材の最大寸法、使用鋼材の直径、振動機の振動かん直径などを考慮して、防せい・被覆材がコンクリート打設作業中に損傷を受けることがないよう上下左右のあきをとる。ただし後述の束ね配置などを利用してできるだけ充分なあきができるよう配慮する。

かぶり厚：かぶり厚は主として耐火性の要求から決まる。アンボンド PC 部材の耐火性に関しては、付着のある PC 部材と全く変わらないことが多くの実験で確認されている^{2), 3)}。したがって、本質的には通常の PC 部材のそれと同じかぶり厚をとっておけば良い。すなわち、かぶり厚は次のとおりとする。

大梁・小梁および柱では 5 cm 以上

床および壁体では 3.5 cm 以上

表-5 ACI-ASCE 423 に規定されている耐火時間と最小かぶり厚

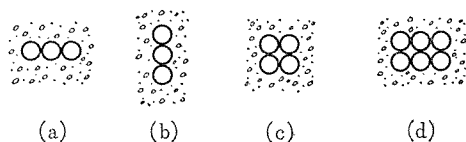
部 材	断 面 積	時 間 (hr)			
		1	2	3	4
大梁, 小梁 根太等	$260 \text{ cm}^2 \leq A < 970 \text{ cm}^2$	5.1	—	—	—
	$970 \text{ cm}^2 \leq A < 1,940 \text{ cm}^2$	3.8	6.4	—	—
	$1,940 \text{ cm}^2 \leq A$	3.8	5.1	7.6	10.2
床, 壁		2.5	3.8	5.1	—

参考までに表—5にACI-ASCE 423アンボンド PC 鋼材に関する暫定指針⁸⁾に規定されているかぶり厚を示す。諸外国においてはアンボンド PC 部材を含む数多くの PC 部材の耐火試験結果から加熱時間とコンクリート内部温度との関係を図にまとめているが^{2),3),9)}、これに基づいて JIS 標準加熱温度を受けたときのコンクリート内部温度を求めた結果を表—6に示す。

表—6 JIS 標準加熱温度を受けたときのコンクリート内部温度と深さの関係⁹⁾

部 材	耐 火 時 間 (hrs)	1	2	3
	標 準 加 熱 温 度 (°C)	925	1010	1050
スラブの場合 (一面加熱)	内部が 350°C になる深さ (mm)	36	63	82
	“ 450°C “	26	46	63
	“ 600°C “	14	31	40
梁 の 場 合 (3面加熱)	内部が 350°C になる深さ (mm)	40	70	94
	“ 400°C “	33	59	78
	“ 450°C “	27	51	65
	“ 600°C “	15	32	40

c) 束ね配置：現在よく用いられているアンボンド PC 鋼材は細径のものが多く、したがって使用本数が多くなるので、所要のあきがとりにくくなる。このような場合を考慮して束ね配置をしてよいことにしたが、コンクリートの十分な“まわり”を確保するためには図—2に示すように通常の場合少なくとも3列あるいは3段以



図—2 束ね配置の例

下とするのがよいであろう。ただし PC 鋼材が強くわん曲する個所では上下方向の束ね配置は被覆材の損傷、ひいては摩擦係数の大きな変化（増加）を生じやすくなるので行わない方がよい。またわん曲がゆるい所でも2段以内とする。

d) 支持方法は基本的には普通の PC 鋼材に対する方法と同様であるが、本文に述べているように支持棒との接触部分で防せい・被覆材が損傷しないような方法をとること、支持棒の間隔を PC 鋼材の自重やコンクリート打設時の作用力によってわん曲しないよう注意しなければならない。その間隔は PC 鋼材の種類、径、束ね配置などによって異なるが、一般的には、

- ストランド単独の場合 80 cm 前後
- 束ね配置、鋼棒の場合 1.0~1.5 m 程度

と考える。ただし鋼材が強くわん曲する所では、これより小さい間隔とする。

4. コンクリートの打込み

- a) アンボンド PC 鋼材を用いる構造体にコンクリートの打込み作業を行う場合は、打込み前に配置された PC 鋼材の位置の確認と防せい・被覆材の損傷の有無を確認し、必要ならば補修しなければならない。
- b) コンクリート打込みの際には、防せい・被覆材に損傷を与えないように注意しなければならない。
- c) JASS 5 の該当事項は十分これを遵守する。

a) グラウトを行う通常のポストテンション工法の場合には、シースの損傷がペーストの流入、ひいては導入時の摩擦損失の増大およびグラウト注入の不可能へとつながるが、アンボンド工法では被覆材の多少の損少は構造上問題とならない場合が多い。しかし完全を期すために、一応損傷個所は同程度以上の防せい力のある防せい材を使用して、テーピングによって保護することが望ましい。

b) コンクリート打設にあたって特に注意すべき点は締固めにはバイブレーターを必ず用い、その使用に際しては PC 鋼材に直接あてないようにすること、また前述のように使用されるアンボンド PC 鋼材は一般に細径のものとなるので、コンクリートの横流しなどによって PC 鋼材がわん曲することがないように充分注意する必要がある。すなわち、コンクリートは低い高さから鉛直に打設位置近くに落とし込み、横流しは行わない。

5. プレストレッシング

- a) プレストレス導入作業準備および作業個所周辺の防護

アンボンド PC 工法におけるプレストレス導入作業準備および作業個所周辺の防護は、日本建築学会プレストレスコンクリート設計施工規準および同学会建築工事標準仕様書 JASS 5 鉄筋コンクリート工事の諸事項に準拠するほか下記の事項に留意して行わなければならない。

- (1) コンクリート強度の確認
- (2) PC 鋼材の所定緊張力に対する伸び量の計算および作業時の伸び量測定準備
- (3) コンクリートの詰まり具合、特に定着部分について確認
- (4) 定着具・緊張装置などの点検、その他作業上の安全性の確認

- b) プレストレスの導入および管理
アンボンド PC 工法におけるプレストレスの導入

解 説

および管理は、一般のポストテンション工法の場合に準拠するほか、下記の事項に留意しなければならない。

- (1) 防せい材料の特性を調べてよく理解すること。
- (2) プレストレス導入時の温度に注意すること。
- (3) 急激な速さのPC鋼材の緊張を行わないこと。
- (4) PC鋼材の伸び量を計測し、計算値と対応させ確認すること。

a) PC鋼材の所定緊張力に対する伸び出し量の算定に必要な摩擦係数については1項表-1に示す混和ちょう度または針入度をもつものであれば、通常のポストテンション工法におけるシースとPC鋼材間の摩擦係数とはほぼ同程度またはそれ以下と考えられる。

摩擦係数の測定データを二、三示そう。表-7はアス

表-7 アスファルト塗布直線PC鋼棒の摩擦係数実測値

鋼 棒	緊張端引張力 (t)		摩擦係数 λ (1/m)	λ 平均値 (1/m)
	公 称	実 測		
$\phi 10$	3	3.33	+0.00248	+0.00260
	6	6.36	+0.00273	
$\phi 16$	5	5.40	+0.00203	+0.00134
	7.5	7.93	+0.00111	
	10	10.63	+0.00133	
	12.5	13.13	+0.00087	
$\phi 24$	5	4.49	-0.00042	-0.00061
	10	9.05	-0.00194	
	15	14.45	+0.00005	
	20	18.85	-0.00027	
	30	28.12	-0.00049	

ファルト系防せい材 (温度 25°C で針入度 100~120) を 1mm 厚に塗布し、さらに表面保護のために防水紙を巻いた塗布形 PC 鋼棒を長さ 50m のコンクリート道路床板の中に埋め込み、一端よりこれを緊張したときの鋼棒応力を実測した結果から摩擦係数 λ (1/m) を計算したものである。薄鉄板製シースを用いた通常のポストテンション工法の場合の摩擦係数 $\lambda=0.0017$ 1/m¹⁰⁾ と比較すると、 $\phi 10$ mm 鋼棒ではアンボンドの摩擦係数がやや大きく、 $\phi 16$ mm 鋼棒ではやや小さくなっている。 $\phi 10$ mm 鋼棒は配置時の波打ちの補正が困難であったこ

表-8 シース付きストランドの摩擦係数測定値

計測した 構造物	ストラ ンド直 径 (mm)	長さ (m)	角変化 (rad)	曲率 半径 (m)	緊張力 (ton)	λ (1/m)	μ (1/rad)	文献 番号
スラブ	15.2	9.2	0.181	—	18.2	0と仮定	0.105	13)
ビル小梁	15.2	65.0	約1.4	—	18.6	0.001と仮定	0.102	14)
地中梁	21.8	29.47	1.05	—	45.08	0.003と仮定	0.11	15)
水タンク	15.2	12.18	2.79	7.1	18.65	0と仮定	0.097	16)

とが、摩擦が大きくなった原因と思われる。なお $\phi 24$ mm 鋼棒では摩擦係数は 0 と考えても良いようである。表-8 は種々の実施構造物におけるシース付きストランドの摩擦係数測定結果を示したものである。薄鉄板製シースを用いた通常のポストテンション工法の場合の値 $\mu=0.3$ (1/rad)¹⁰⁾ と比較して摩擦係数が小さくなるようである。

外国ではアンボンド PC 鋼材のプレストレス導入時摩擦係数を規定した例は極めて少ない。表-9 は米国および

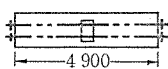
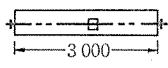
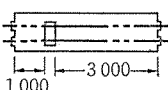
表-9 諸外国におけるアンボンド PC 鋼材緊張時摩擦係数規定値

国 名	アンボンド PC 鋼材	摩擦係数の範囲		設計用摩擦係数	
		μ (1/rad)	λ (1/m)	μ (1/rad)	λ (1/m)
米国 P.C.I.	グリース塗布巻ストランド	0.05~0.15	0.0016~0.0049	0.07	0.0033
	ポリプロピレンシース付きストランド	0.03~0.05	—	0.05	—
英国 Concrete Society	グリース塗布 PC 鋼材	—	—	0.12	0.0025

び英国での慣用値をあげたものであるが^{11), 12)}、前述のわが国における摩擦係数実測結果と比較して小さい値である。

次に緊張作業中の PC 鋼材の破断は、一般に危険をとまなうので万一の場合に備えて防護策を講じておかなければならないが、グラウトを行う一般のポストテンション工法の場合と異なって、万一 PC 鋼材が破断しても、破断時に急激に開放されるエネルギーが防せい材の粘弾性抵抗により吸収され、PC 鋼材の飛び出しはほとんど生じないようである。表-10 は破断時の飛び出しを实

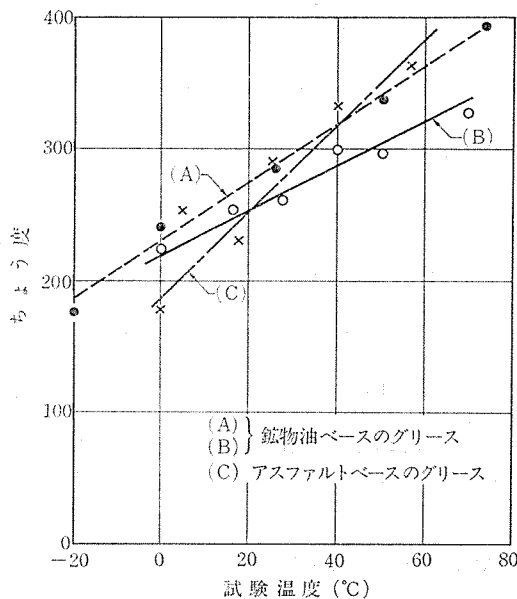
表-10 PC 鋼材破断時の飛び出し試験結果

PC 鋼材	切 断 方 法	供 試 体 寸 法 (mm)	切 断 時 緊 張 力 (t)	飛 び 出 し 量 (mm)	備 考
PC 鋼棒 $\phi 26$ mm	グライ ンダー		45.700	7~8	アスファルト 1mm コーテ ィング
PC 鋼棒 $\phi 23$ mm	グライ ンダー		33.700	7	同 上
PC スト ランド 12.7 mm	グライ ンダー		13.300	緊張側 47 固定側 6	グリースちょう 度290~300 ポリエチレン シース 0.5 mm 厚
PC スト ランド 12.7 mm	ガス溶 断	固定側 切 断 窓 緊張側	13.000	緊張側 43 固定側 3	同 上

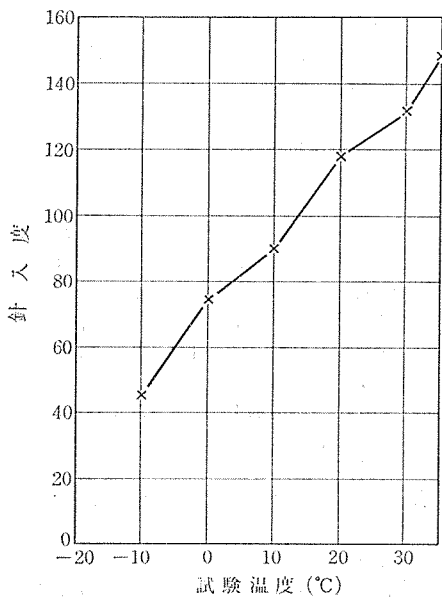
験的に調べた結果をまとめたもので、一般のポストテンション PC 鋼材よりは安全性が高いといえよう。ただ定着具付近の破断は定着具などの飛散を起こす危険があるので、この意味で防護策は必要である。

b) プレストレスの導入にあたってアンボンド PC 鋼材を使用しているために特別に留意すべき点は、防せい材の粘性が温度によって変化すること、およびそのために鋼材引張力の時間的変化を生じること、などを考慮して導入管理を行うことである。

まず温度の影響について、グリース類のちょう度およびアスファルトの針入度と温度との関係の例をそれぞれ図-3(a) および (b) に示す。施工に関する諸規定は一般に温度 20°C 前後を標準として作られているが、グリース類は温度に対して比較的鈍感であり、外気温の変動の影響を特に考慮する必要はないようである。しかしア



(a) グリース類のちょう度と温度の関係



(b) アスファルトの針入度と温度の関係

図-3

スファルト系防せい剤は 図-3 (b) にもみられるように粘性の変動が大きく、低温における粘性低下が鋼材引張力の伝達遅れを生じさせるなどの影響を及ぼすので、使用時の外気温の変動を考慮して少なくとも針入度 80 以上が確保できるよう粘性を調整したものを使用する。

PC 鋼材引張力の時間的変化、すなわち引張力の時間的遅れ現象は引張端所定引張力に対する伸び量を計算値より小さくし、また導入後の応力の一様化によって所定導入力より低い導入力を与える結果となる。これに対しては引張端の引張速度を低くすればよいが、φ23 mm アスファルト塗布 PC 鋼棒を用いた実測例によれば引張端の抜け出し速度を 5 mm/sec 以下にすれば、この影響を少なくすることができ、また導入作業終了後数秒の経過時間で応力が一様化されるようである。

6. 定着部の処置

a) PC 鋼材の切斷

プレストレス導入後 PC 鋼材の余長を切斷する場合には、グラインダー切斷またはガス切斷とし、手ぎわよく切斷しなければならない。

b) 定着部の処理

定着具および PC 鋼材の端部は、モルタル、コンクリートまたはこれらに類する材料で被覆しなければならない。

a) アンボンド PC 鋼材の切斷については、通常の PC 鋼材と同様な注意を払って行う。

b) 定着具および PC 鋼材の端部は、腐食を防止し、耐火性を高め、不測の事故 (PC 鋼材の滑りや破斷) による衝撃を少なくするため、モルタル、コンクリートまたはこれらに類する材料 (セメントペースト等) で被覆しなければならない。被覆厚さは定着具または PC 鋼材の表面より 3 cm 以上とする。定着部の被覆にあたっては鉄筋または鉄線を埋め込むとか開口部を外面が小さい逆テーパのついたものにするとか、内面に接着材を塗布する等の処置をすることが望ましい。図-4 はこれらの一例を示したものである。使用するモルタル、コンクリート等は膨張材入りとし、ひびわれの発生を防止することが望ましい。なお上記の施工を行う前にあらかじめ定着具および PC 鋼材の端部を防せい材 (塗料、グリース、アスファルト等) で被覆しておくことが望ましい。

あとがき

以上のように日本建築学会のアンボンド工法指針には、防せい・被覆材の品質試験と判定規準、PC 鋼材の取扱い方法や束ね配置の方法と注意、定着端部分に対す

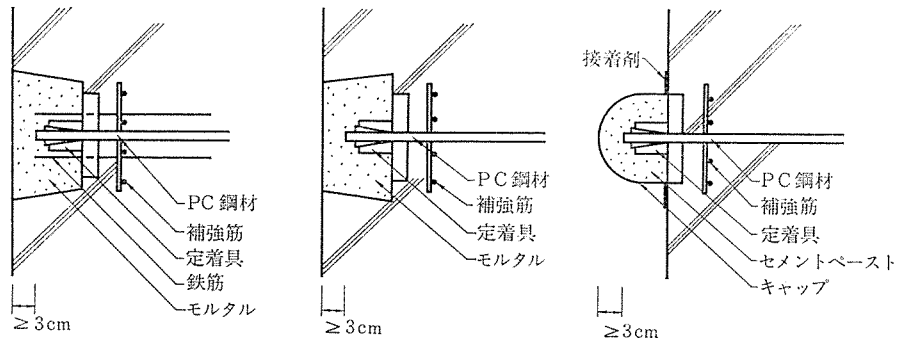


図-4 定着部の処理方法の例

る特別な注意,あるいはまた約 20 年を経たアンボンド PC 部材の貴重な試験結果, 温度の影響を受け易い摩擦係数のデータなど, 従来の PC 規準に見られなかった特徴ある内容が示されている。しかし学会としてこの内容が充分なものと考えているわけではなく, 例えばアンボンド PC 鋼材は一般に細径であるという特殊な事情を考慮して束ね配置を認めているが, 特に多段束ね配置と PC 鋼材のわん曲の度合との関係が摩擦係数その他にどのように影響するかは未だ充分なデータがないので明確な表現がなされていない。今後のデータの集積が望まれる点である。

また設計上の問題として, 周辺梁部材をもつスラブにアンボンド工法を用いる場合, 現行 PC 規準では軸力の効果を無視する設計を行うことになって, 経済的な不利を招いていると考えられる。曲げモーメントの大きい, したがって最もプレストレスの効果が必要なこのスラブの中央部には, 単スパンあるいは 2 スパンぐらいのスラブであれば, かなりの軸力が導入されるのではないかと筆者は予測しているが, 今後実験や解析によって明らかにしてゆくべき一つのポイントであろう。

さらに, 現行 PC 規準では短期応力を受ける部材を対象外としている。本工法をより一般的なものとするためには, i) 定着部の低サイクル疲労の性状や, ii) 部材終局域の挙動, 特に最大曲げモーメントおよび塑性ヒンジ部の変形能力などの諸挙動を, 小さな模型試験体だけでなく, 実大に近い試験体を用いた実験などによって明らかにしてゆくことが必要である。

当初の予定では「建築学会の方針」として目下作成中の PRC 指針(案)の内容もここに概説することになっていたが, 筆者の都合でそれが不可能になったことをお詫びするとともに, 数か月後にはほぼ完成された指針の内容が紹介できる予定であることを付記いたします。

参 考 文 献

1) 日本建築学会, プレストレストコンクリート構造分科会, 同第3小委員会: アンボンド工法用 PC 鋼材と施工時の取扱いについて, 建築雑誌, Vol. 94 No. 1153, pp. 57

~64, 昭和 54 年 7 月

2) A.H. Gustaferro: Fire Resistance of Post-tensioned Structure; PCI, Feb. 1973
 3) A.H. Gustaferro & L.D. Martin: PCI Fire Committee Report on Design for Fire Resistance of Prestressed Concrete, PCI, Aug. 1974
 4) 日本建築学会 PS 第3小委資料 No. 28, PC 矢板調査報告書(高周波熱錬 K.K.), 昭和 51 年 10 月
 5) 六車: 18 年間の使用に耐えたアンボンド PC まくら木について, PC 技術協会 第 17 回 研究発表会講演概要, pp. 7~8, 昭和 52 年 11 月
 6) H. Muguruma: Development of the New Method of Retaining Wall Construction with Precast Prestressed Concrete Bearing Pile Units, プレストレストコンクリート, Vol. 16, 第7回 FIP 大会特集増刊号, pp. 57~66, 昭和 49 年 5 月
 7) T.Y. Lin: Unbonded vs. Bonded Tendons for Building Construction with Particular Reference to Flat Slabs, Proc. of the FIP Symposium on Prestressed Concrete in Building, Sydney, Sept. 1976
 8) ACI-ASCE Committee 423, Tentative Recommendations for Concrete Members Prestressed with Unbonded Tendons, ACI Journal, Vol. 65 No. 2, pp. 81~86, Feb. 1969
 9) The Institution of Structural Engineers—The concrete Society Joint Committee: Fire Resistance of Concrete Structures, The Institution of Structural Engineers, Aug. 1975
 10) E.H. Cooley: Friction of Post-tensioned Prestressing Systems, C & CA Research Report 1. Oct. 1953
 11) PCI Post-tensioning Manual, PCI, 1972
 12) Recommendations of the Concrete Society on the Design of Post-tensioned Concrete Flat Slabs in Buildings, The Concrete Society, 1974
 13) 竹本: アンボンドポストテンションボイドスラブの施工, プレストレストコンクリート, Vol. 21, No. 2, pp. 30~32, 昭 54.4
 14) 堀田, 松谷, 小野, 福本: PC 構造による重層構造の設計と施工, プレストレストコンクリート, Vol. 19, No. 5, pp. 30~38, 昭 52.10
 15) 大石, 赤崎, 柴崎: アンボンド PC スtrand の摩擦係数について, PC 技術協会第 17 回 研究発表会講演概要, pp. 5~6, 昭 52.11
 16) 岩崎, 川端, 金森: アンボンド工法における PC 鋼より線の摩擦係数について, プレストレストコンクリート, Vol. 18 No. 2, pp. 26~30, 昭 51.4