

プレストレストコンクリート桁の火災試験

日本国有鉄道	仁 杉	巖
同	菅 原	操
同	野 口	功

1. 緒 言

日本国有鉄道においては、1964年大戸川にスパン30mのプレストレストコンクリート鉄道橋が施工されて以来、その経済的、又技術的な優位性のために、鉄道橋の施工の際にしばしばプレストレストコンクリートが使用されて来た。現在施工中の工事のなかで、主なものには次のようなものがある。

- 小丸川の橋樑改良：日豊本線，22.3m，35連，全長800m
- 大阪環状線高架橋：16m～23mの支間，およそ100連，および5.5支間のプレテンションング桁，200連
- 吉井川橋梁：33m，12径間（3径間連続）全長400m，

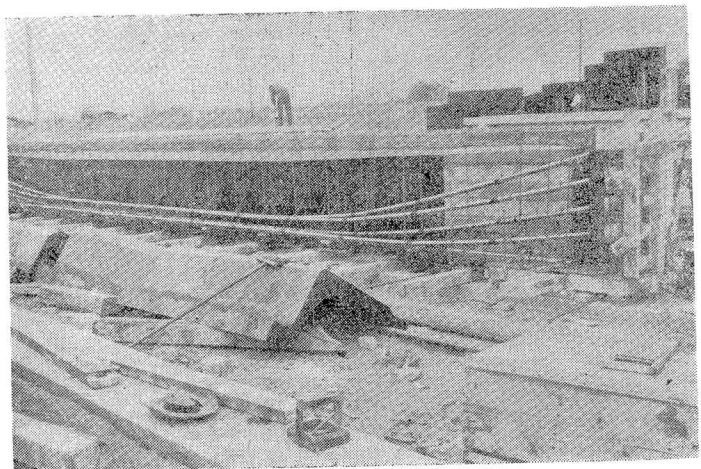
河川に架かる橋梁に対しては、火災の危険は全然ないが、市街地を通り、しかも高架下に商店倉庫などが作られる予定の大阪環状線高架橋の場合は、PCの耐火性についてあらかじめ熟知していなければならない。

建設省建築研究所においてはすでに、PC小梁、PC床版の耐火性について多くの研究を行っているが、大きい断面のPC桁の耐火性に

図-1 試験桁の製作

関しては、オランダのBaar氏の実験結果の概況を知るのみであるので、この実験を計画する必要があつたのである。

試験桁として長さ13m，高さ1mのT型断面のPC桁（これは大阪環状線高架橋のボストテンションング桁の



もつとも小さいものに相当するのであるが) 4本を $12 \times \phi 7$ のフレシネー方式によつて製作した。(図1) 4本のうち3本が、軽量ブロックによつて、工場敷地内に仮に構築された炉の中に並べておかれ、桁全長に亘つて熱せられた。

アルメルークロメル熱電対によつて測定された炉内の最高温度は、点火して2時間後に $1,120^{\circ}\text{C}$ であつた。桁は火災を

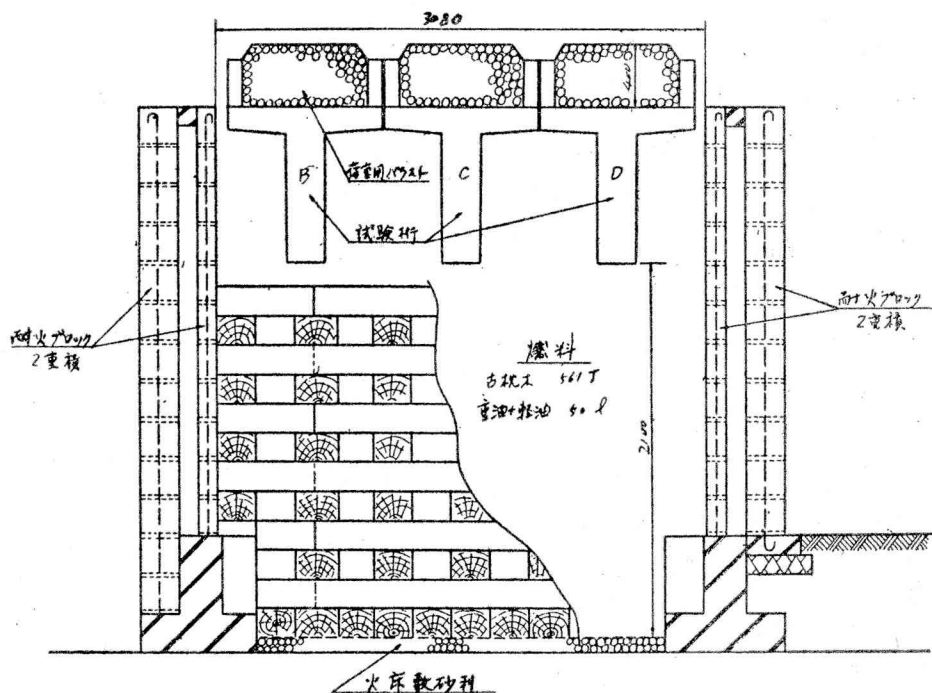
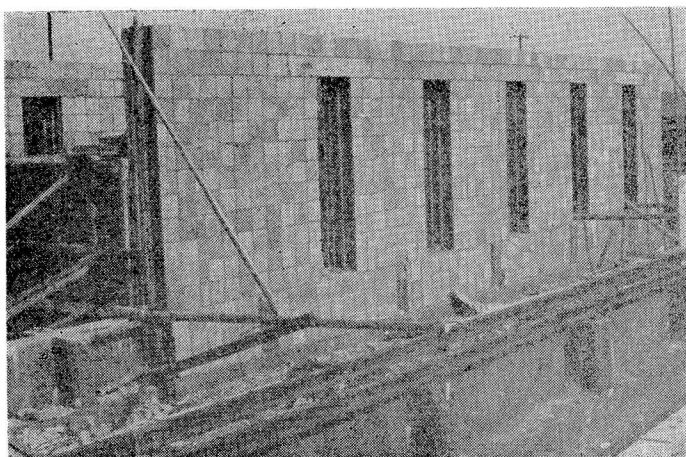
うけて載荷能力を低下したが、破壊はしなかつた。

II 試験設備

上記した如く、軽量コンクリートを二重につんだ炉をこの試験のために構築した。その大きさは、3本の桁を同時に設置するものである。

(図-2, 3)

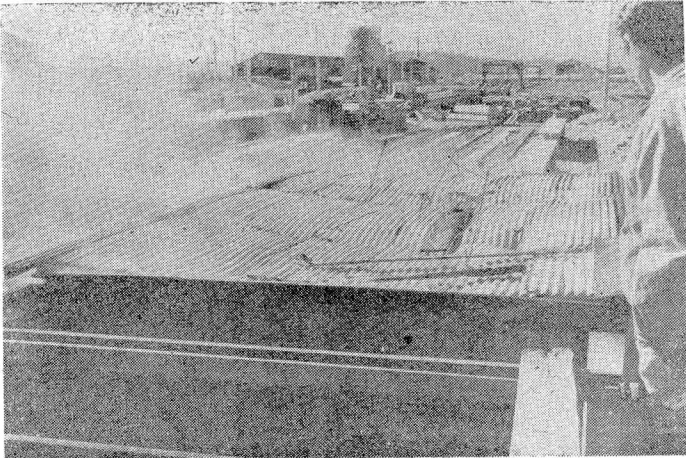
図-2 炉の構築



燃料として、容易に得られる石油をしませた古材木を使用する関係上、2回の予備試験を行った。(図-4)その結果

図-4 予備試験

標準加熱曲線に近似的に一致する時間-温度曲線を得ることが出来た。



Ⅲ 試験桁

火災試験を行った試験桁の諸元は次の通りである。(図-5)

P.C鋼線 $12 \times \phi 7$

フレシネーケーブル

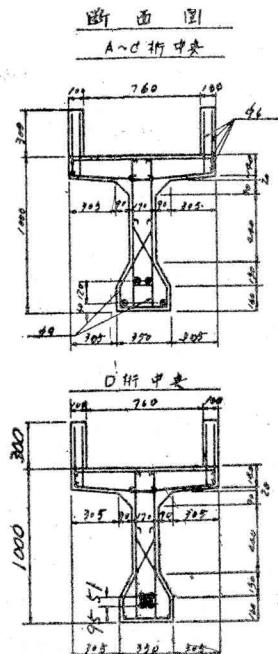
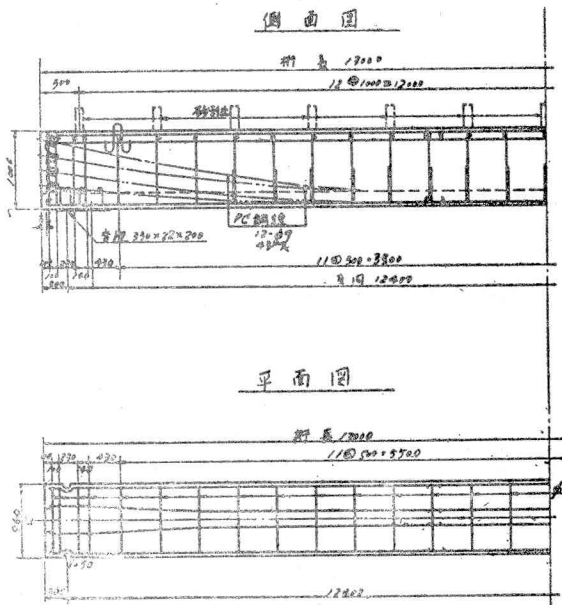
抗張力 126 kg/cm^2

降伏点 (0.2%)

144 //

コンクリート

図-5 試験桁設計図



単位セメント量	440 Kg/m ³
W/C	38%
28日圧縮強度	42.6 Kg/cm ²
プレストレス PC鋼線有効引張力	86 Kg/mm ²
コンクリート応用度 下縁	129 Kg/cm ²
上縁	— 6 //

火災試験時の材令が約1ヶ月であつたので、コンクリートのしめりの影響を減ずるために、試験前4日間、炭火によつて桁の乾燥を行つた。

II 火 災 試 験

火災試験の際に、次の事項について測定および観測を行つた。

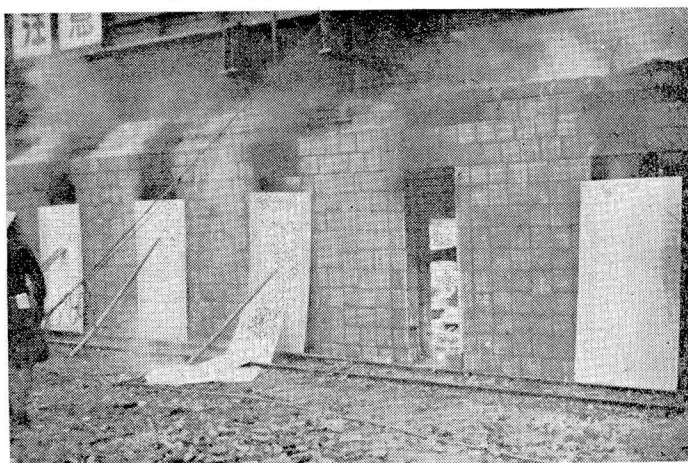
- (1) 熱電対による炎および桁内部の温度測定
- (2) 桁のたわみの測定
- (3) 桁ののびの測定
- (4) 桁の表面の破壊の観察
- (5) 桁の表面への注水の際の観察

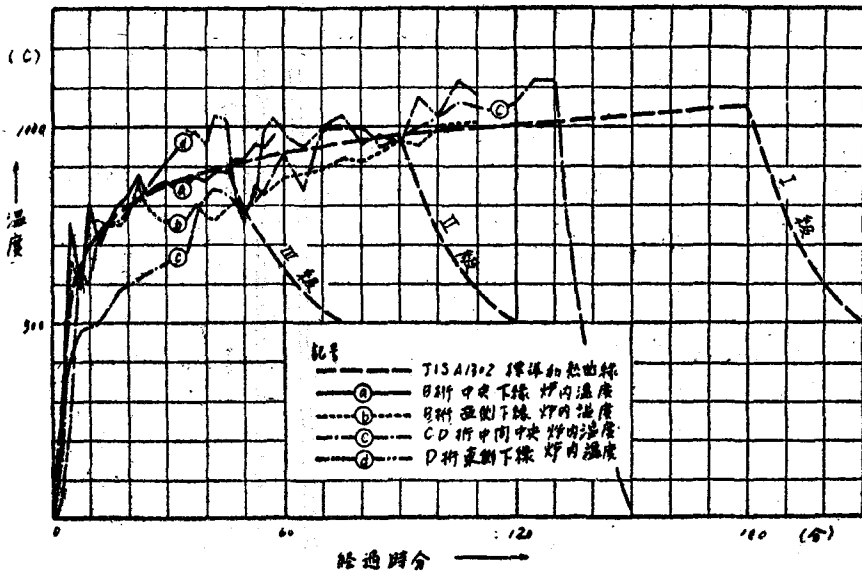
B、C、D. 桁について火災試験を行つたが、このうち1本のC桁は、軽量モルタルによつて、2cm厚の防護を行い、他は無防護であつた。

炉内および桁内部の温度を65ヶの熱電対で測定した。

点火後約1時間頃の状況は図-6のとおりである。温度測定結果は図-7、図-8に示してある。

図-6 点火後1時間頃の状況(本試験)





凡そ2時間加熱して、桁下縁の温度が $1,120^{\circ}\text{C}$ になったとき、D桁の反りが突然上方に増加した。BC桁は、この時間までに漸次上方に反りがあがつて、C桁 56mm 、B桁 78mm に達していた。(図-9)

火災後の桁の表面の状態は、図-10、11、12のとおりである。

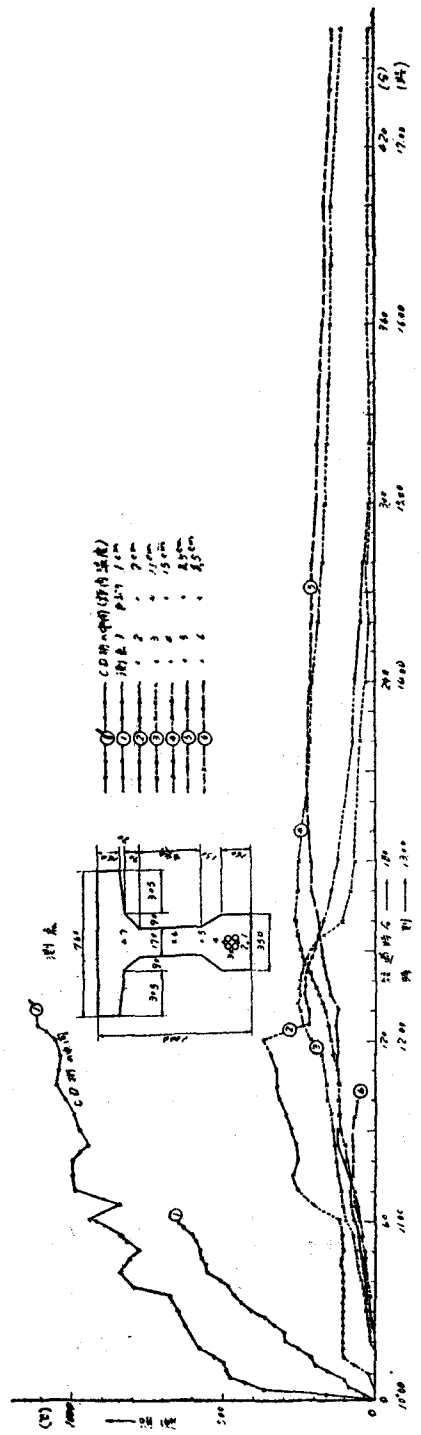
この上向きの反りに関して、我々は次のように考えている。即ち、厚さ 14cm で、熱容量の小さい上突縁の下側が、下突縁より強く熱せられ、更に熱によつて弾性係数の小さくなった下突縁が、PCケーブルによつて圧縮されたためである。

PCケーブルの最高温度は、凡そ2時間の加熱で、被り 4cm に対して 250°C であつた。ただ一ヶ所コンクリートがひどくこわれ、かぶりが減少したところで、 480°C まで熱せられたところがあつた。

軽量モルタルによる 2cm の防護の効果は、火災に対して満足すべきものであるように思われる。1時間の加熱で 2cm の保護モルタルは本体コンクリートのかぶり 7cm に匹敵する。

V 曲げ試験

火災試験の後、被火災のBCD桁および、火災をうけないA桁の曲げ試験を行つた。(図-13)



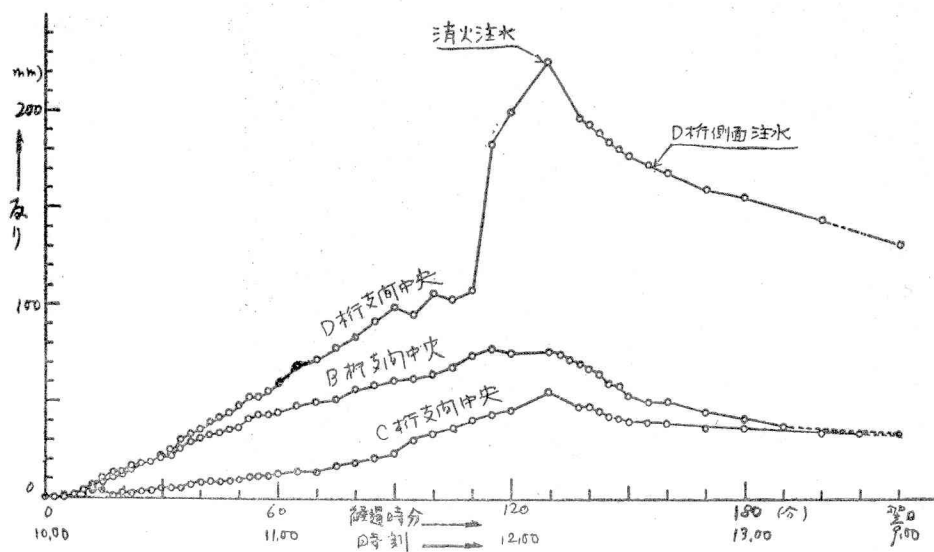


図-10 B桁の表面

荷重は2点にかけられ、載荷は各桁について3段階に分けられた。先ず最初にひびわれが発生するまでジャッキの荷重をあげ、次いでひびわれの再開まで、そして最後に破壊まで行つた。その結果は、表-1のとおりである。

表-1に示された結果によつて、B, C桁に対しては、厚3mm、D桁に対しては6mmの厚さを表面から控除した断面について計算した、残留プレストレスは表-2に示してある。



図-11 C桁の表面

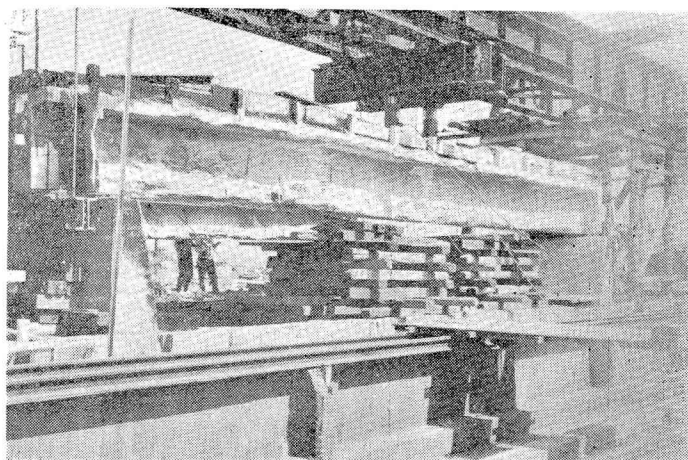


図-12
D桁の表面

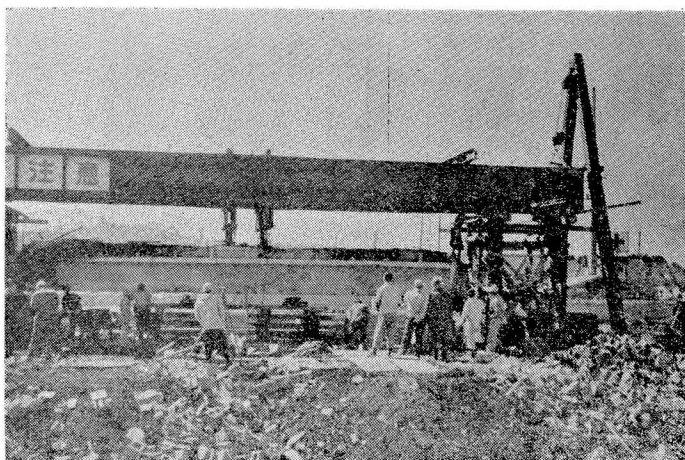


図-13
曲げ試験の状況

表-1 曲げ試験結果

桁		ひびわれ曲げモーメント		破壊曲げモーメント	
		t - m	%	t - m	%
A		1 3 4	1 0 0	2 5 8	1 0 0
被 火 災	B	7 5	5 6	1 7 1	6 6
	C	7 5	5 6		
	D	4 6	3 4	1 2 0	4 7

表-2 破壊試験の結果より求めた残留プレストレス

桁		PC 鋼線有効引張応力度	コンクリート下縁応力 (計算による)
A		8 6 Kg/mm^2	1 2 9 Kg/cm^2
被 火 災	B	4 7 //	9 0 //
	C	4 7 //	9 0 //
	D	3 3 //	1 0 0 //

VI 結 論

上記の試験の結果から、次のことがわかった。

(1) 高さ1mで、T型断面のPC桁は、2時間で、最高温度1,100°Cの火災を受けても爆裂することはない。

(2) 有効な防火吊天井、または防護モルタルを施工すれば、桁の耐火性はそれぞれ約1時間延長され、JIS A-1302に示される1級加熱に耐えることができる。

(3) PC桁外面が、継続時間2時間、最高温度1,000°Cの火災をうけた場合、かぶりが4cm以上あれば、桁の冷却後PC鋼線の強度は殆ど低下しない。しかし測定値のばらつきを考慮すると、かぶりは5cm以上にとつておくことが望ましい。

(4) パーライトモルタルによる防護工の、2cmの厚さは、コンクリートの7cmのかぶりに相当する断熱効果を示した。

(5) 内部温度150°C~220°CのPC桁に直接注水しても危険はない。

(6) 火災を受けたPC桁は、その被災の程度によつても異なるが、主としてコンクリートの強度低下のために、載荷能力が低下している。この試験では、2時間10分の火災を受けた桁は健全

桁に対し、ひびわれ抵抗が34～56%、曲げ破壊抵抗が47～66%に低下した。