

§ 6. 使用材料の比較

6. 1 国内橋梁

グラフ一覧表

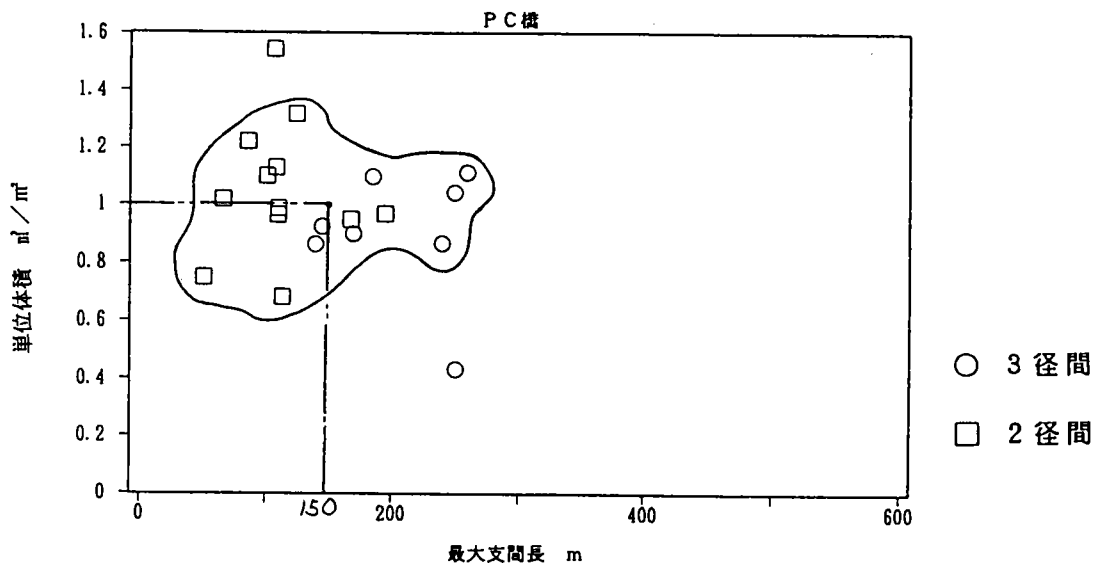
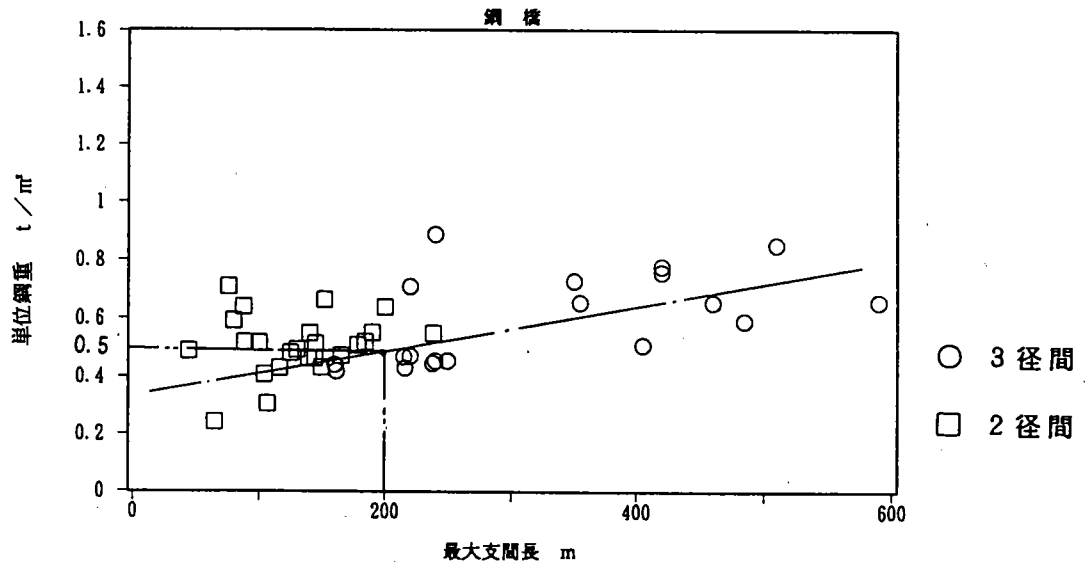
分 類	グラフ番号	タ イ ト ル	備 考
主桁鋼重 (体積)	C-1-1	主桁鋼重(体積)と最大支間長	
	-2	主桁鋼重(体積)とスパン比	
	-3	主桁鋼重(体積)とケーブル定着間隔	
	-4	主桁鋼重(体積)と完成年度	
	-5	主桁鋼重(体積)と件数	
桁 高	C-2-1	桁高と最大支間長	3径間
	-2	桁高と最大支間長	2径間
	-3	桁高と等価支間長	
	-4	桁高と全幅員	
	-5	桁高とケーブル定着間隔	
	-6	桁高と完成年度	
幅 員	C-3-1	有効幅員と主桁重量	
	-2	総幅員と完成年度	
	-3	幅員に関するパラメータの平均値と変動係数	
主 塔	C-4-1	塔高と等価支間長	
	-2	塔重量と完成年度	
	-3	塔高とケーブル段数	
	-4	塔高/ケーブル段数と完成年度	
	-5	塔種別と完成年度	
	-6	塔種別と主桁種別	
ケーブル	C-5-1	ケーブル重量と最大支間長	3径間、2面吊り
	-2	ケーブル重量と完成年度	
	-3	ケーブル重量比と等価支間長	
	-4	ケーブル重量比と完成年度	
	-5	ケーブル材料と完成年度	
	-6	ケーブル材料、主桁種別	

分類 : 主桁鋼重 (体積)

C-1-1

タイトル : 主桁鋼重 (体積) と最大支間長

目的 : 主桁鋼重 (体積) と最大支間長に比例関係があるかを検証する。



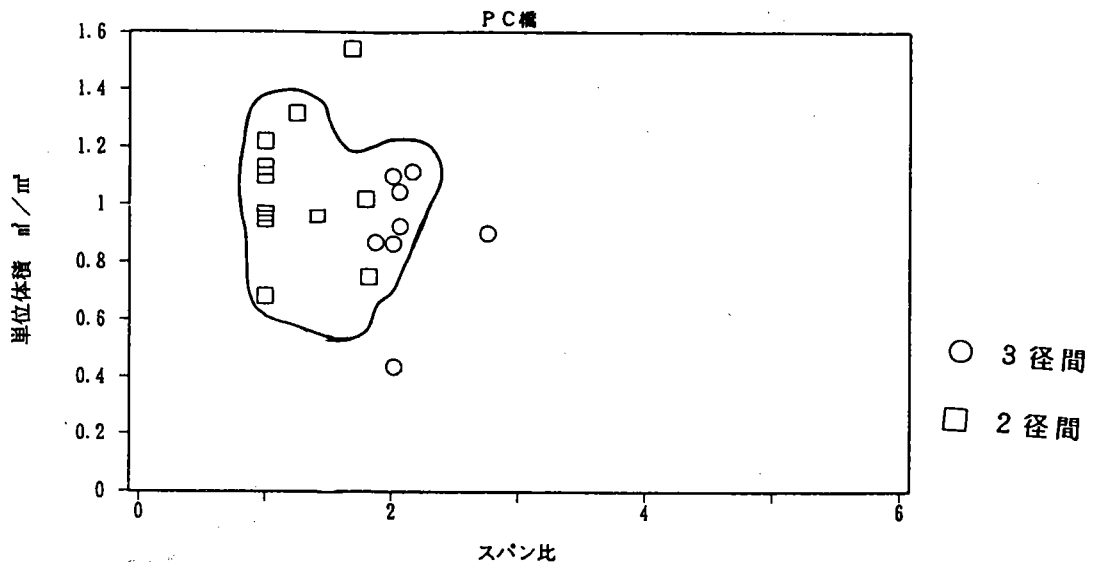
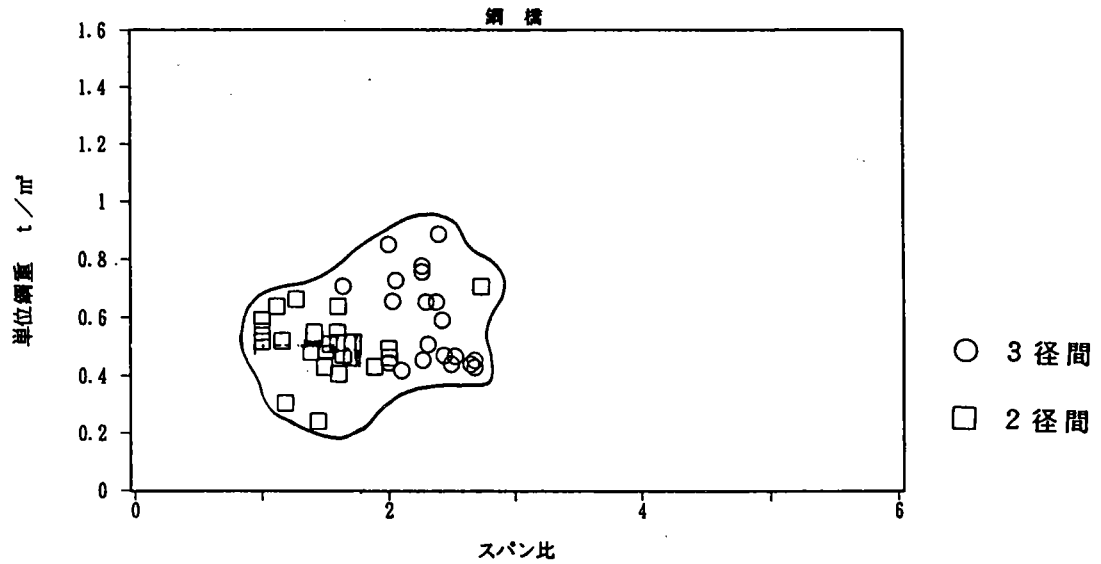
考察

鋼橋においては、鋼重と最大支間長には比例関係が認められる。平均値は、最大支間長で200m、単位鋼重で0.500  $t/m^2$ である。一方、PC橋では、ばらつきが大きく比例関係は認めがたい。平均値は、最大支間長で150m、単位体積で1.00  $m^3/m^2$ である。

分類 : 主桁鋼重 (体積)	C-1-2
----------------	-------

タイトル : 主桁鋼重 (体積) と スパン比
-------------------------

目的 : 主桁鋼重 (体積) と スパン比に比例関係があるかを検証する。
--------------------------------------



**考 察**

鋼橋、PC橋とも比例関係は認めがたい。ただしPC橋の場合、スパン比として2径間では1.0、3径間では2.0に集中していることがわかる。

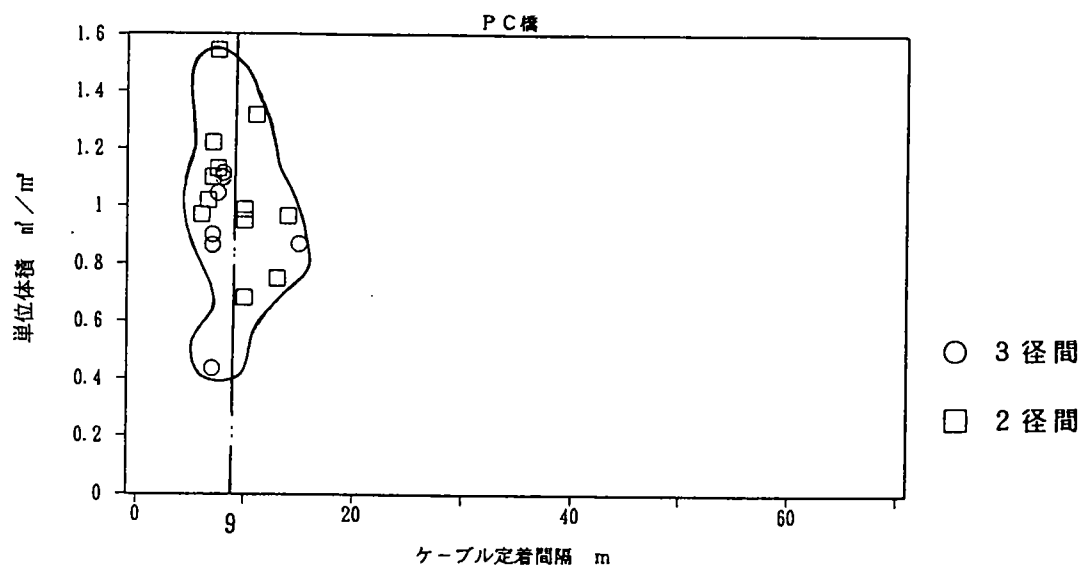
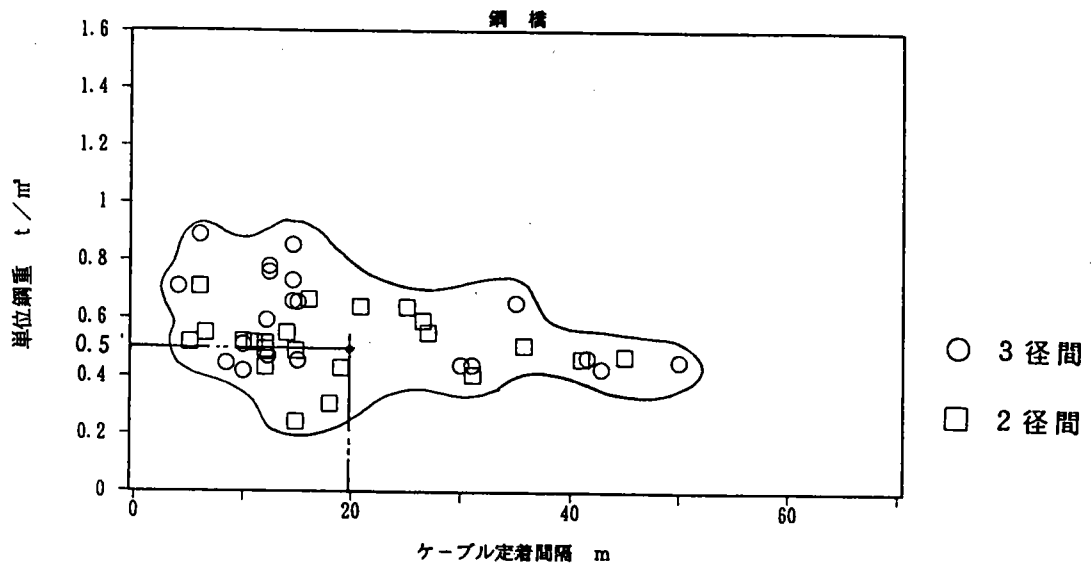
(スパン比 : 主径間長 / 側径間長)

分類 : 主桁鋼重 (体積)

C-1-3

タイトル : 主桁鋼重 (体積) とケーブル定着間隔

目的 : 主桁鋼重 (体積) とケーブル定着間隔に比例関係があるかを検証する。



考察

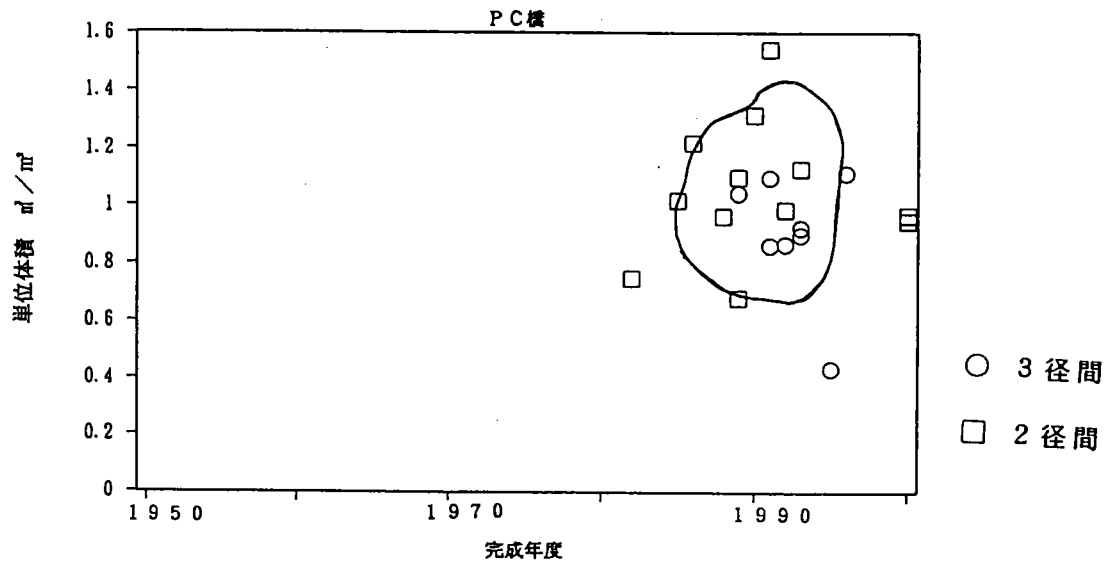
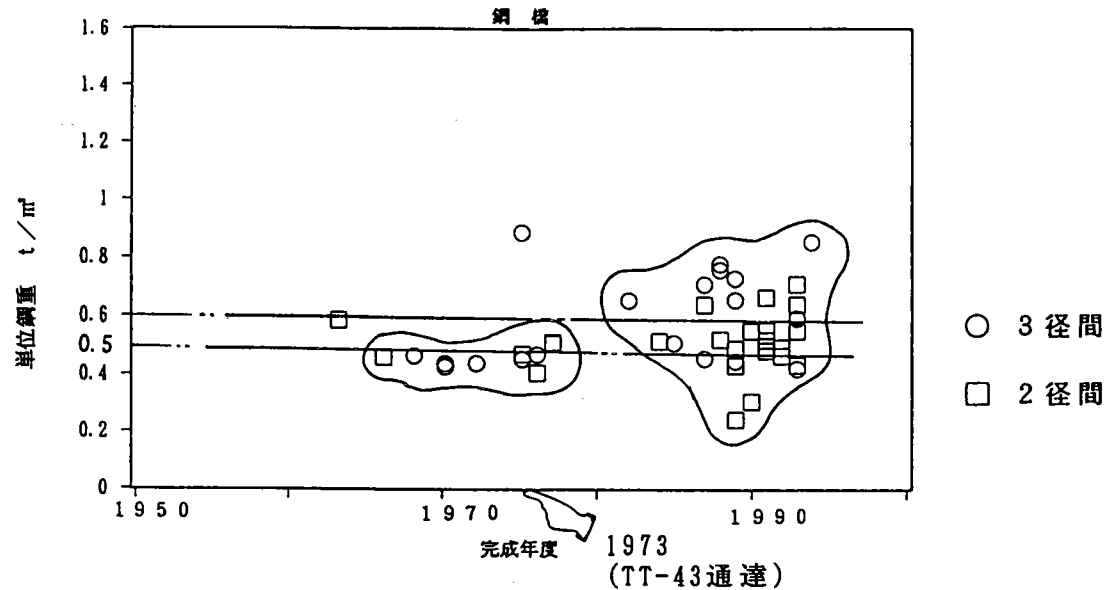
鋼橋においては、ばらつきが大きく比例関係は認められない。ただし、平均定着長は20 mと考えられる。一方、PC橋は、単位体積に関係なく定着長が9 m程度である。

分類：主桁鋼重（体積）

C-1-4

タイトル：主桁鋼重（体積）と完成年度

目的：主桁鋼重（体積）と完成年度に比例関係及び特異性があるかを検証する。



考察

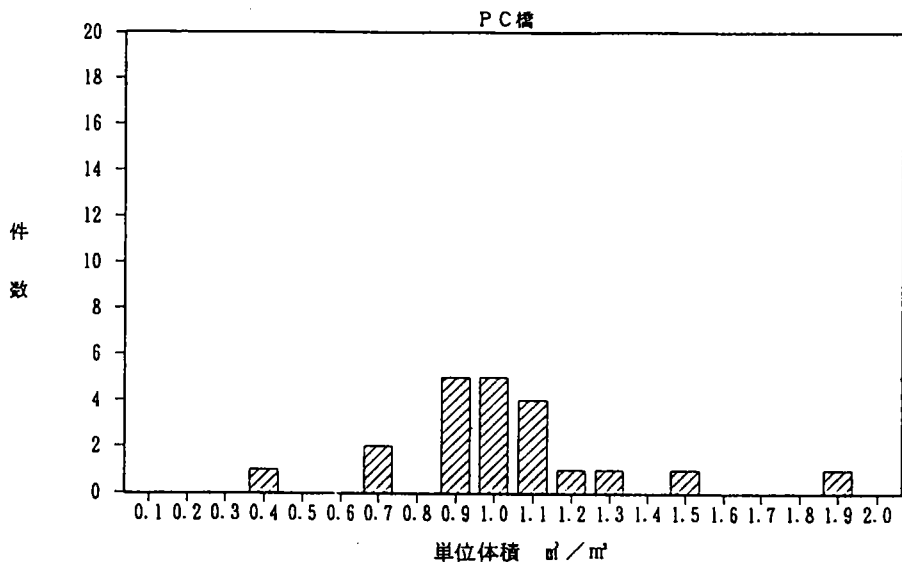
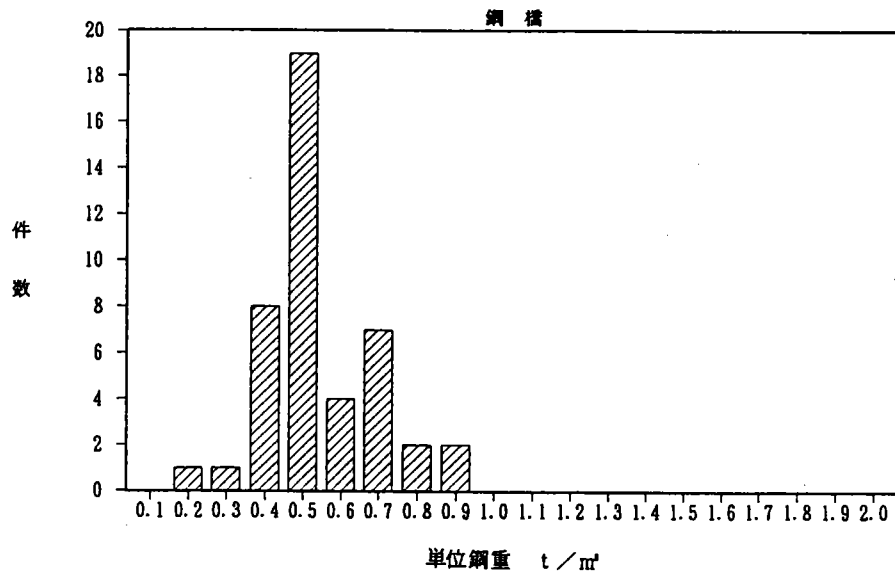
鋼橋においては、1980年前後で平均単位鋼重が $0.500t/m^2$ から $0.600t/m^2$ に変化していると考えられる。このことは、TT-43荷重の採用と長スパン化に起因するものと思われる。

分類 : 主桁鋼重(体積)

C-1-5

タイトル : 主桁鋼重(体積)と件数

目的 : 主桁鋼重(体積)と件数に相関関係があるかを検証する。



考察

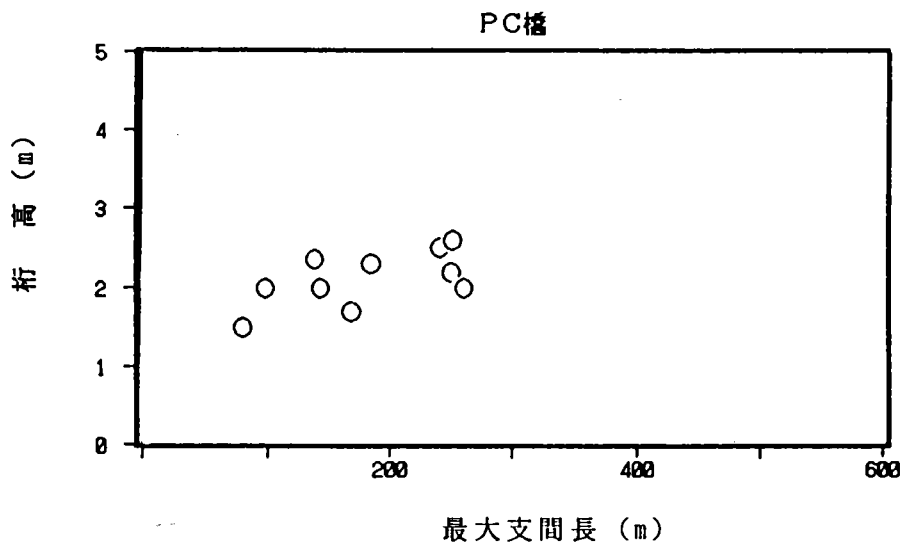
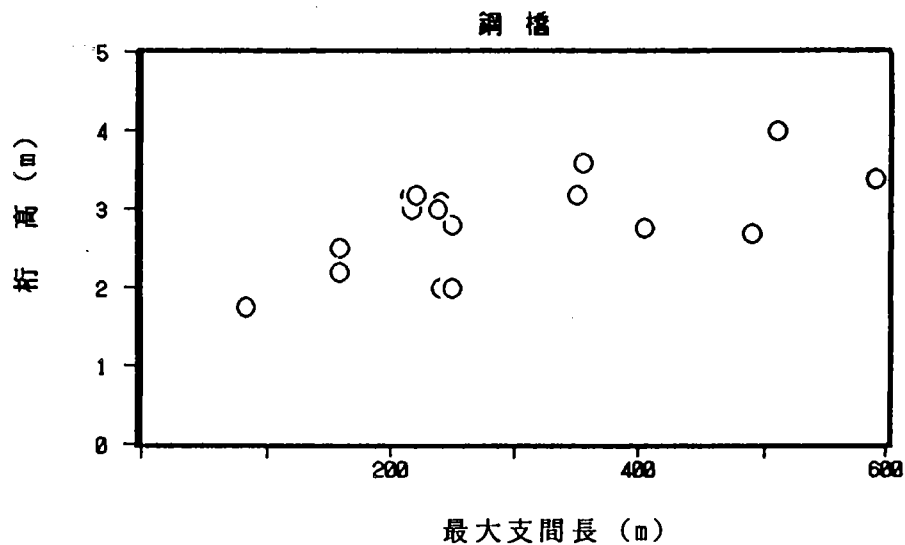
鋼橋においては、最も多い単位鋼重は $0.500\text{t}/\text{m}^2$ である。PC橋では $1.000\text{m}^3/\text{m}^2$ 前後が最も多い。

分類：桁高

C-2-1

タイトル：桁高と最大支間長（3径間）

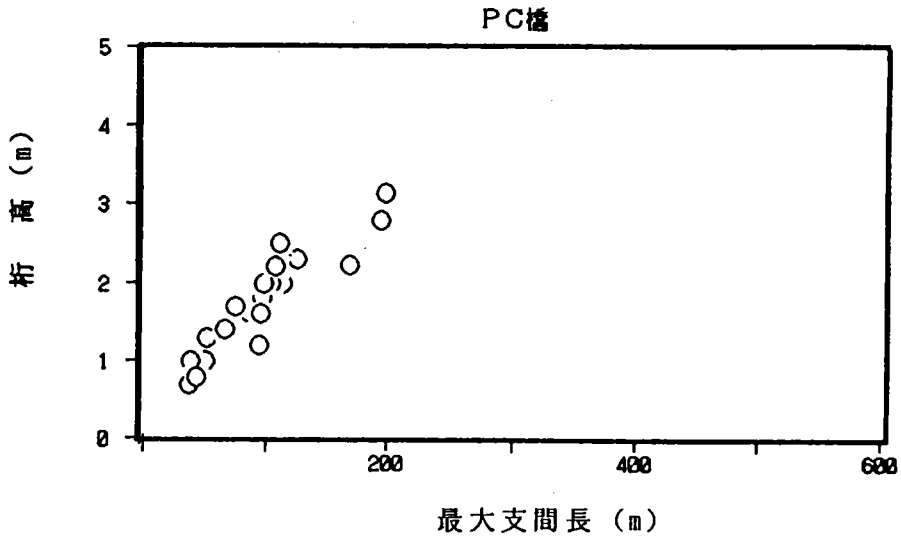
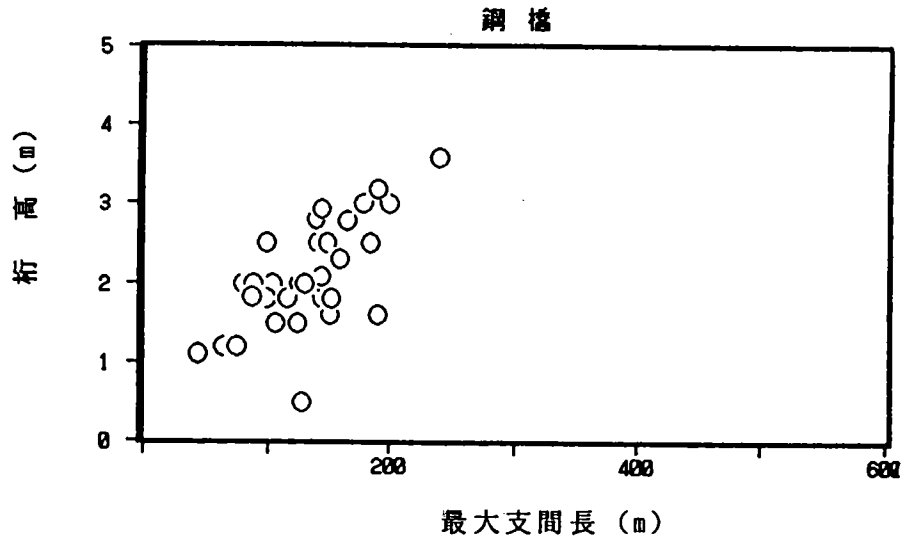
目的：桁橋の場合、桁高と支間長に比例関係がある。そこで、斜張橋においても、桁高と最大支間長に比例関係があるかを見る。



考察

鋼橋については、桁高2.0~4.0mが多く、PC橋については、1.5~2.5mが多い。また、鋼橋のグラフは、やや右上がりの傾向があるようにも見受けられる。

目的：桁橋の場合、桁高と支間長に比例関係がある。そこで、斜張橋においても、桁高と最大支間長に比例関係があるかを見る。



考察

前頁の3径間に比べ、2径間の方が、右上がりの傾向が顕著に表れている。  
 鋼橋の桁高は、最大支間長の1/40~1/80程度で、PC橋の桁高は、最大支間長の1/40~1/60程度である。

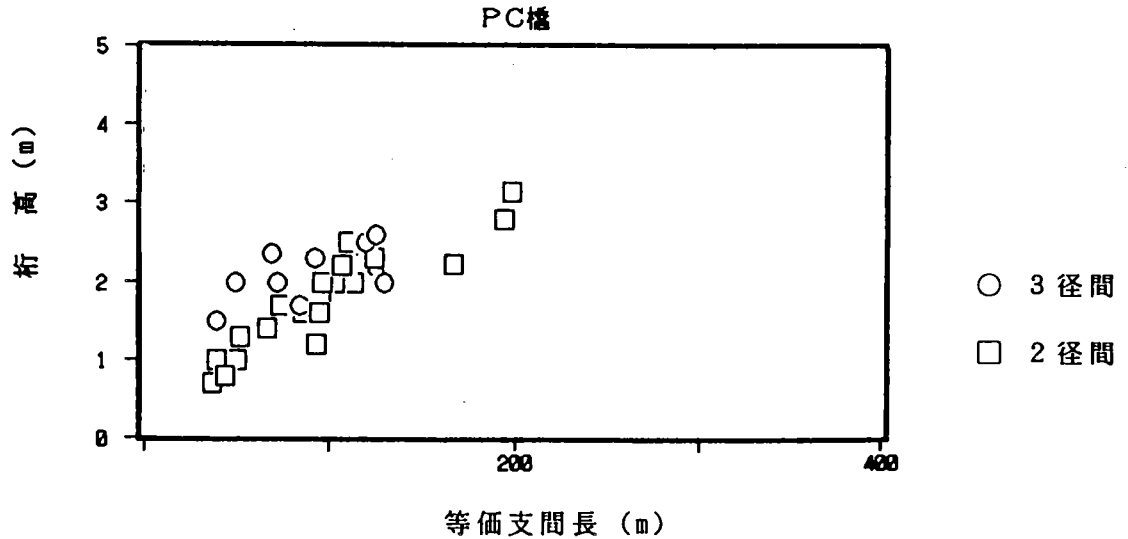
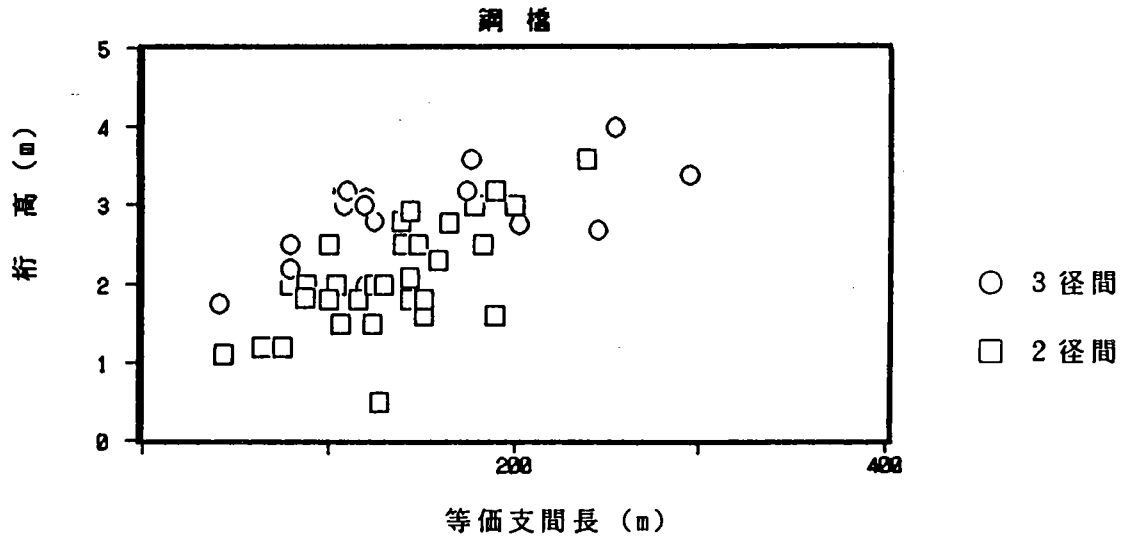


分類：桁高

C-2-3

タイトル：桁高と等価支間長

目的：桁橋の場合、桁高と支間長に比例関係がある。そこで、斜張橋においても、桁高と等価支間長に比例関係があるかを見る。



考察

桁高と等価支間長の関係は、鋼橋・PC橋とも、やや右上がりの傾向がある。

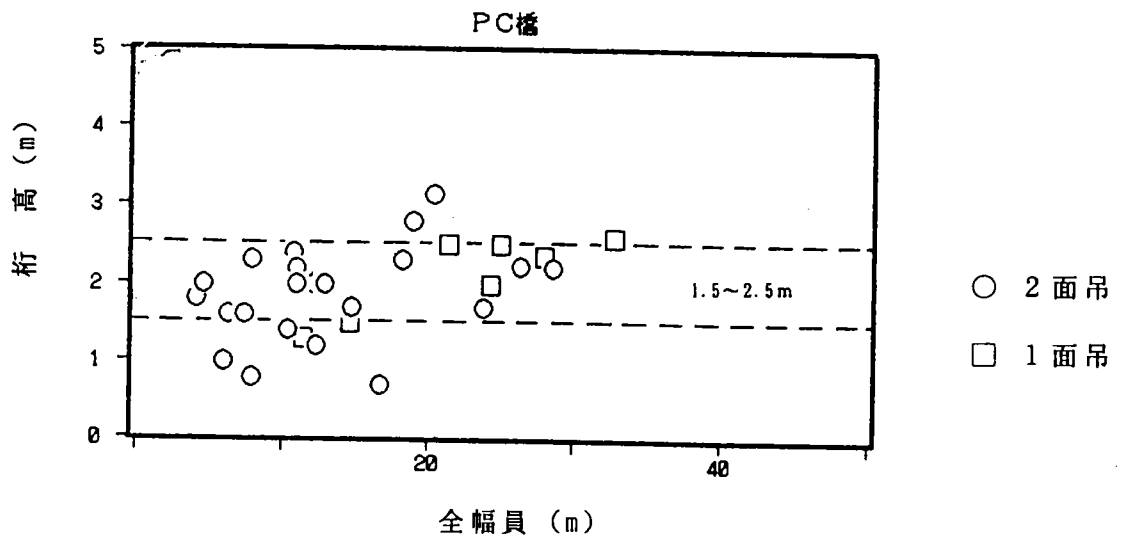
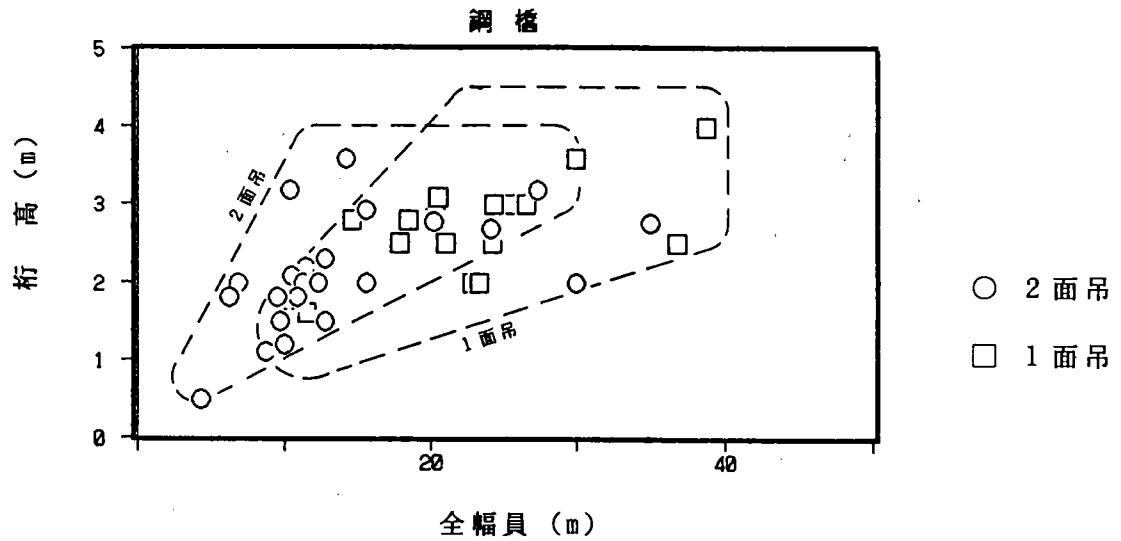
また、桁高の実績としては、鋼橋で $H=4.0\text{m}$ 、PC橋で $H=3.0\text{m}$ が最大級である。

分類：桁高

C-2-4

タイトル：桁高と全幅員

目的：全幅員の大きさによって桁高に違いがあるか、また、1面吊と2面吊の使い分けに、全幅員の要素があるかを見る。

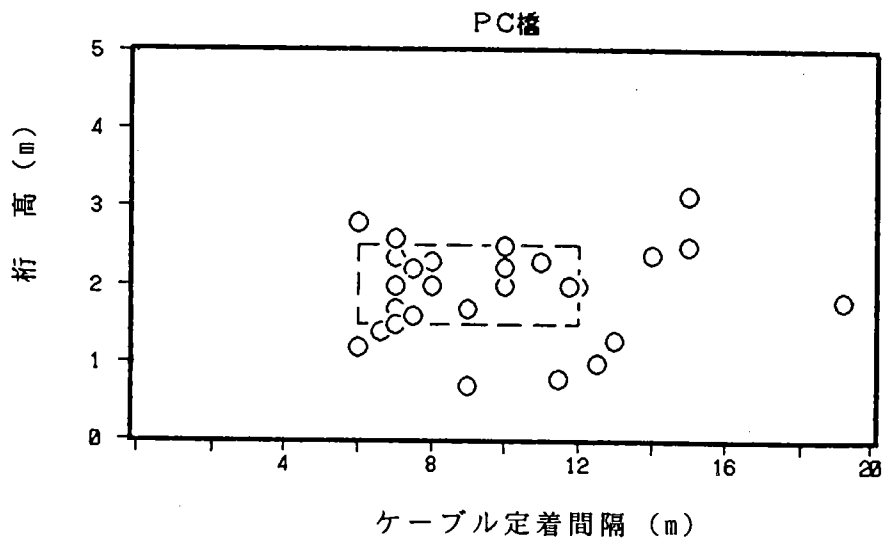
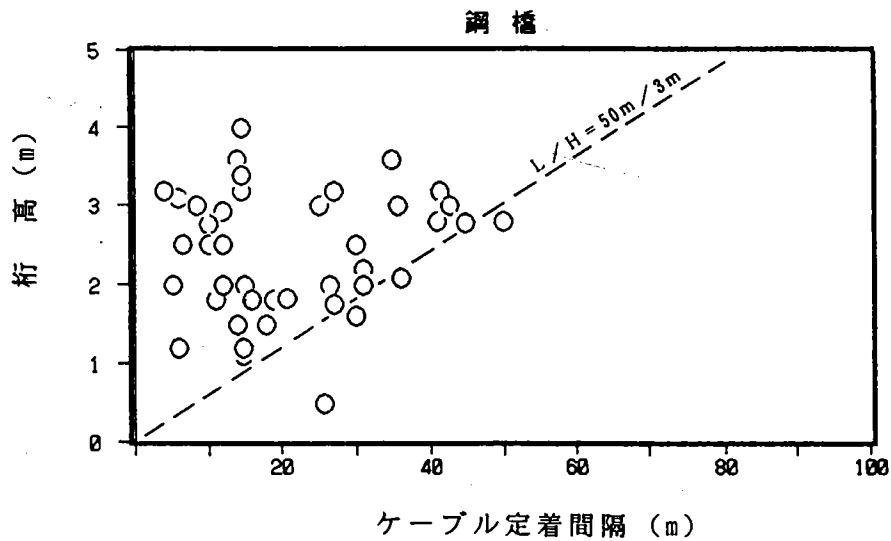


考察

鋼橋の特徴として、1面吊の方が2面吊に比べて、扁平率（全幅員／桁高の比率）が高い。また、広幅員になるほど1面吊とする傾向がある。これは、広幅員になるほど主桁の横剛性が高くなり、1面吊の採用が可能となるためと推測される。PC橋の特徴として、桁高は1.5~2.5mの実績が多く、全幅員との関係は見られない。

タイトル： 桁高とケーブル定着間隔

目的： ケーブル定着位置が中間支点の役割を果たし、桁高とケーブル定着間隔に比例関係があるかを見る。



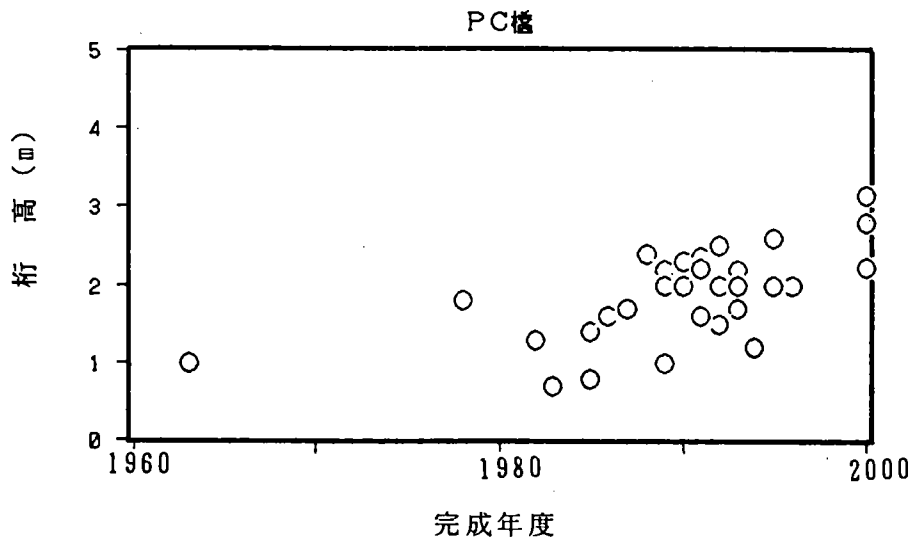
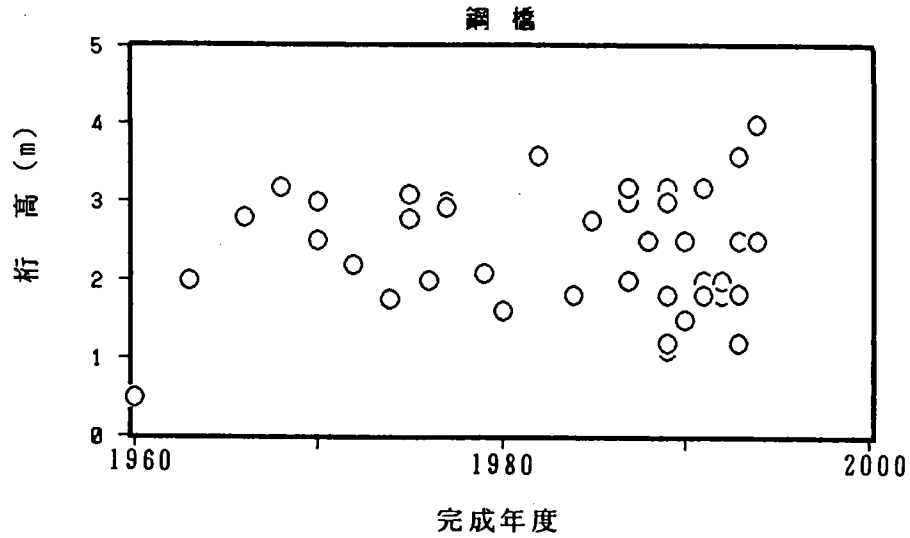
考察

鋼桁の場合、定着間隔／桁高の比率は、50m／3m以下になっている。

PC橋の場合、ケーブル定着間隔は10m前後、桁高は1.5～2.5mに集中している。これは、PC橋においては経済性と施工性により、定着間隔を10m前後とするためと考えられる。

タイトル：桁高と完成年度

目的：橋梁の長大橋化によって、桁高が高くなっているかを見る。

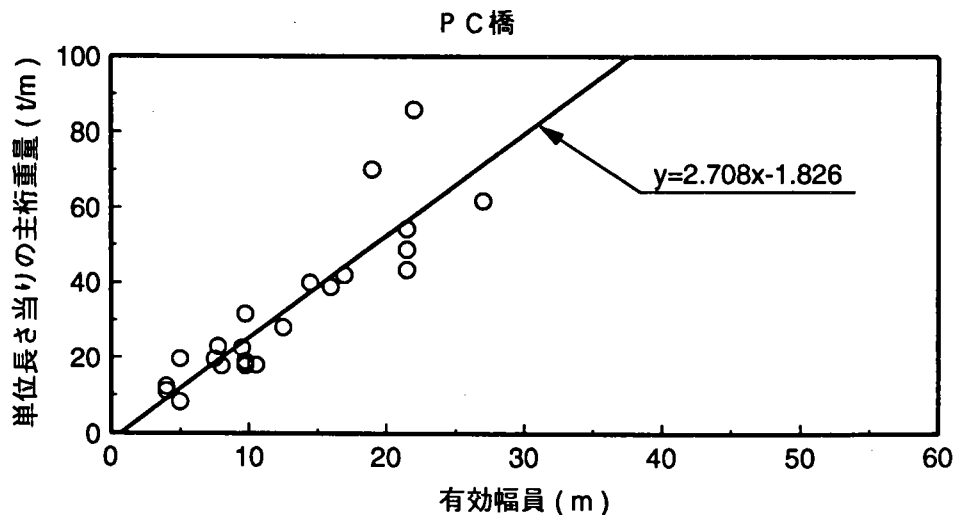
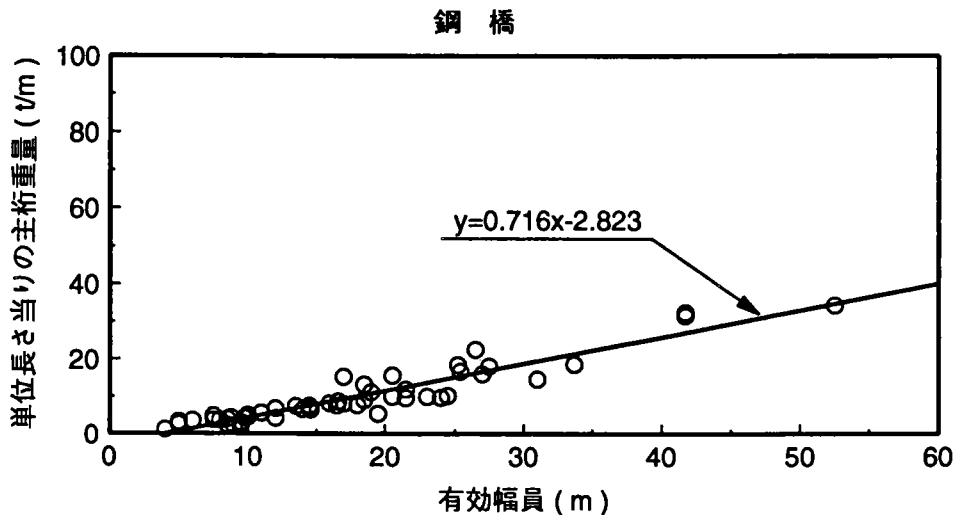


考察

完成年度が最近になるほど、桁高が高くなるという関係は見られないので、長大橋化と桁高の相関はないと考えられる。

タイトル：単位長さ当たりの主桁重量と有効幅員の関係

目的：単位長さあたりの主桁重量と有効幅員との関係をグラフ化した場合に、良好な直線関係が得られれば、単位面積あたりの主桁重量がほぼ一定であることを意味する。鋼とPCでは明らかに自重が異なるため、両者に明かな差異が生じるものと考え、両者の違いを定量化することを目的とし本グラフを作成した。

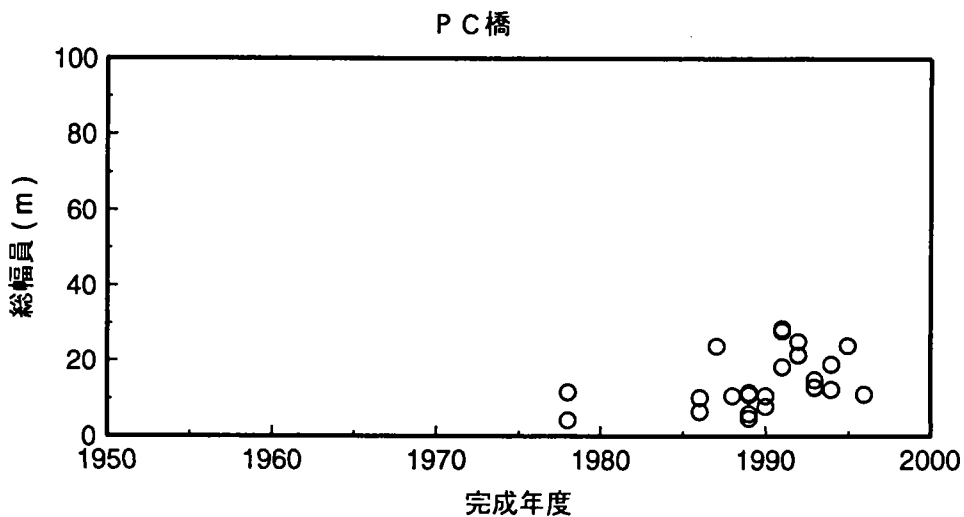
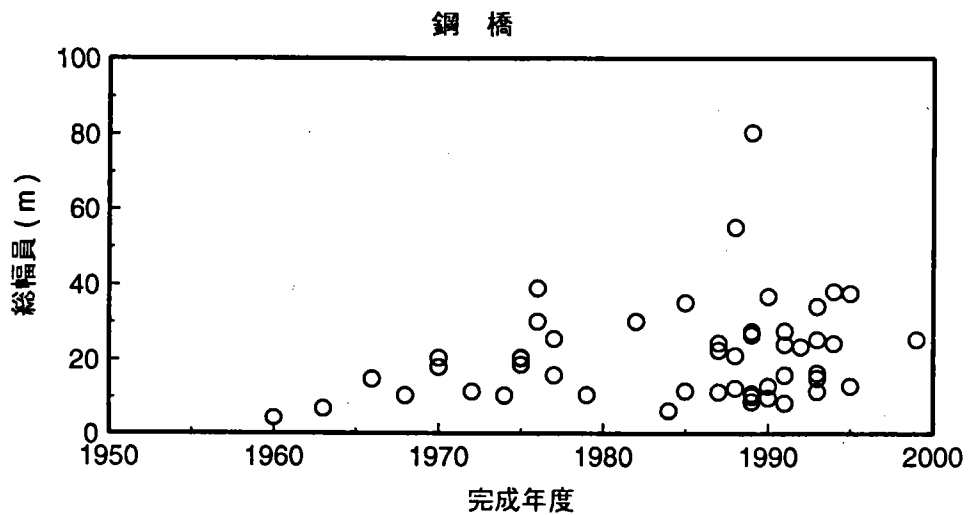


考 察：

鋼およびPC斜張橋ともに、多少のばらつきが認められるものの、比較的良好な直線関係が得られている。直線の傾きは鋼斜張橋(0.72) < PC斜張橋(2.71)であり、平均的にPC斜張橋が鋼斜張橋の3～4倍程度の重量となっていると言える。

タイトル：総幅員と完成年度の関係

目的：総幅員と完成年度との関係をグラフ化することにより、橋梁規模（総幅員で代表させた）の変遷を調査する。



考察：

国内の斜張橋については、鋼、P Cともに当初比較的幅員の小さい例が多く、実績を積むにつれて、幅員の大きい大規模な例が見られるようになってきている。

タイトル：幅員およびそれに関連したパラメーターの平均値と変動係数

目的：幅員に関連したパラメーターとして、総幅員、有効幅員、総幅員／桁高、有効幅員／総幅員を取り上げ、その平均値と変動係数を求めることにより、幅員と吊形式(1面or2面)の関係、鋼とPCにおける主桁断面形状、定着部の大きさの違いなどを明らかにする。

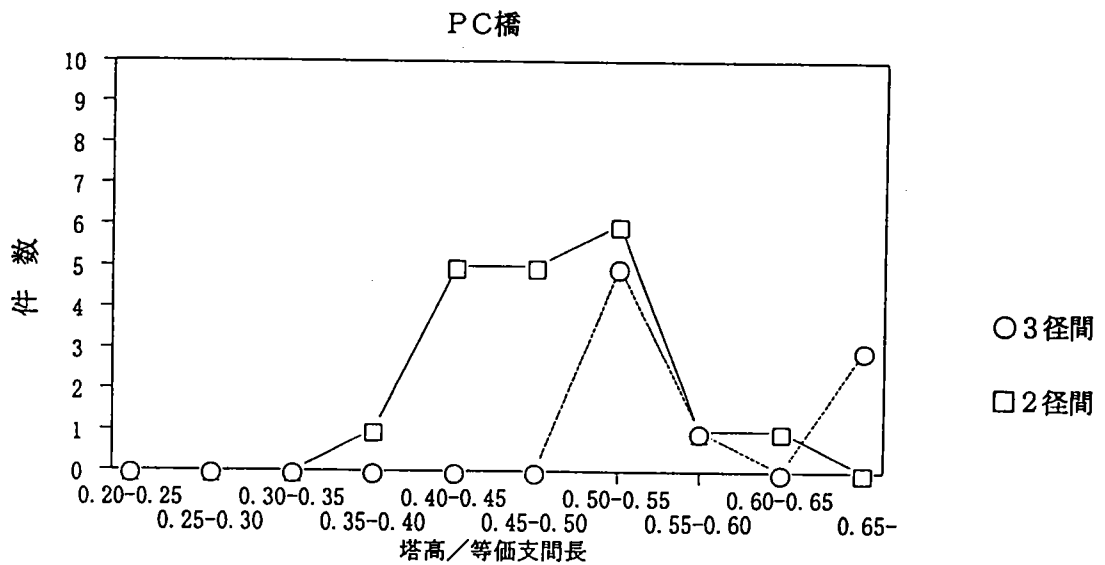
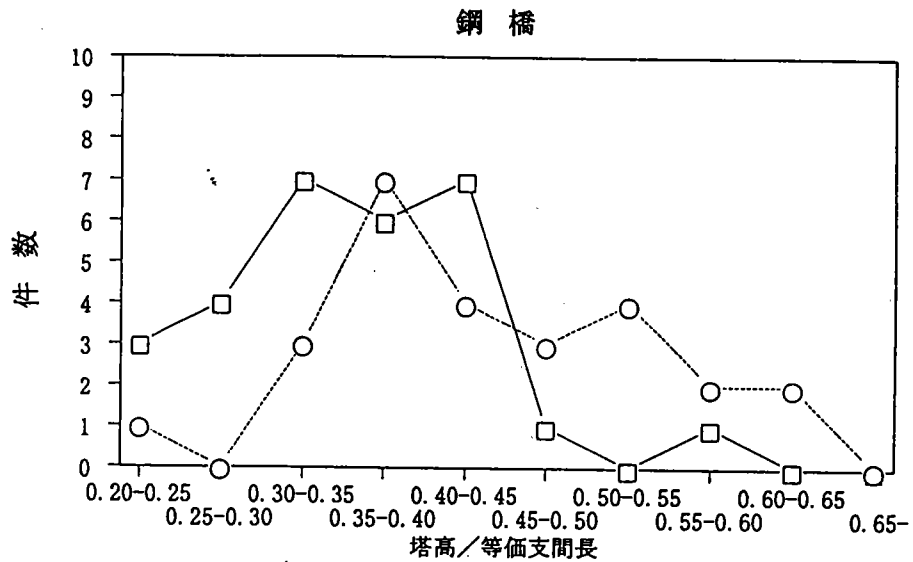
		鋼斜張橋		PC斜張橋	
		1面吊り	2面吊り	1面吊り	2面吊り
総幅員(m)	平均	23.86	21.19	22.06	13.87
	変動係数	0.266	0.801	0.255	0.489
	データ数	19	32	5	22
有効幅員(m)	平均	19.94	15.87	15.57	10.72
	変動係数	0.255	0.724	0.474	0.573
	データ数	20	34	7	31
総幅員／桁高	平均	8.498	6.664	9.433	6.692
	変動係数	0.249	0.407	0.197	0.481
	データ数	18	32	5	19
有効幅員／総幅員	平均	0.839	0.811	0.835	0.789
	変動係数	0.078	0.137	0.085	0.107
	データ数	19	32	5	20

## 考察：

総幅員、有効幅員および総幅員／桁高については、鋼、PCともに1面吊りのほうが2面吊りに比べ平均値が大きく、幅員が広い場合に1面吊りが採用されることが多いように思われる。これは、幅員が広い場合主桁のねじり剛性が比較的高くなるため、構造的に1面吊りとすることが可能となり、景観的な面から1面吊りが好まれるためであると考えられる。また、有効幅員／総幅員については、1面吊りの方が2面吊りに比べ平均値が小さく、その傾向がPCで顕著である。すなわち、総幅員に占めるケーブル定着部などの歩車道以外の部分の割合が1面吊りに比べ2面吊りの場合に大きくなっていると言える。

タイトル：塔高と等価支間長

目的：塔高を決める際には、支間長は重要な要素である。塔高と支間長の比率の頻度を見ることによって、鋼橋とPC橋の違いを考察する。また、2径間と3径間の差も合わせて検討する。



考察

塔高/支間長の比率において、鋼橋は0.35前後が最も多いのに対しPC橋では0.40以下は見当たらず、支間長に対して塔高が高いことがわかる。これは、PC橋は死荷重が大きいので、一定のケーブル角度を確保しているからと考えられる。また、2径間と3径間の比較においては、顕著な差異は認められない。

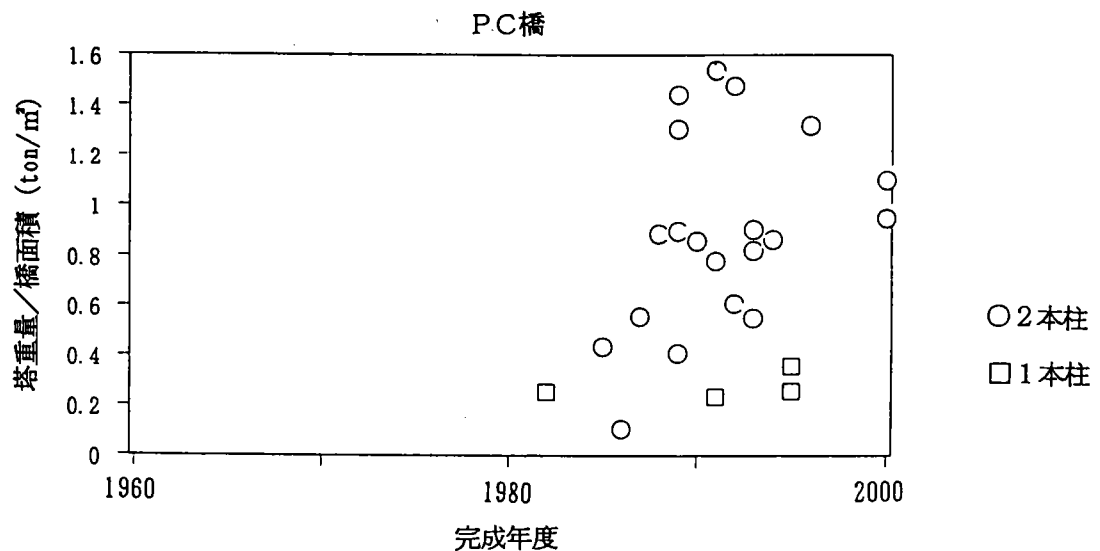
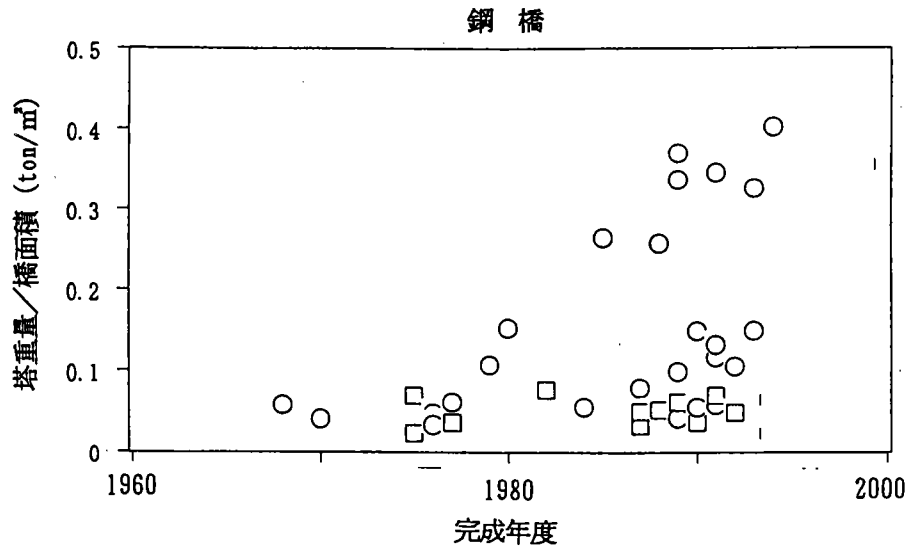


分類：主塔

C-4-2

タイトル：塔重量と完成年度

目的：塔重量は橋の規模とある程度の相関関係にあると考えられる。そこで、単位橋面積当たりの塔重量の年代による推移を見る。



考 察

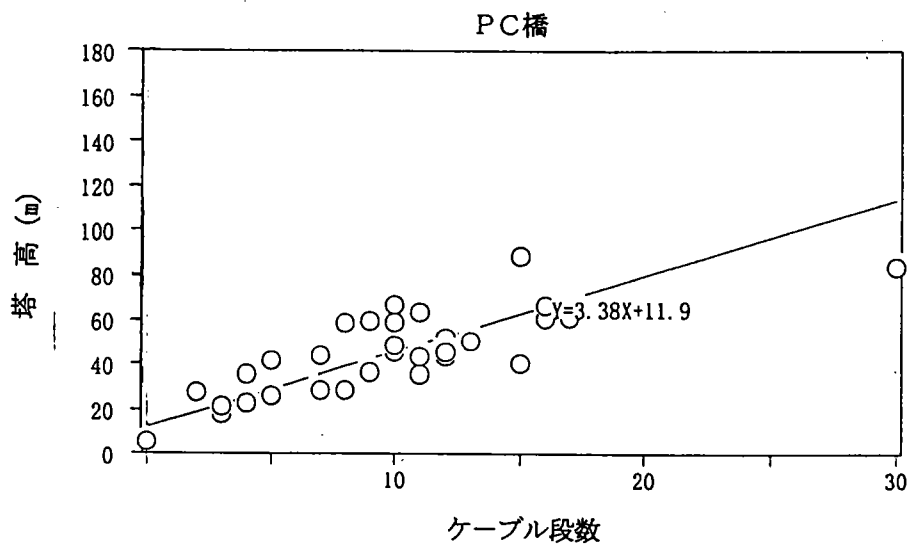
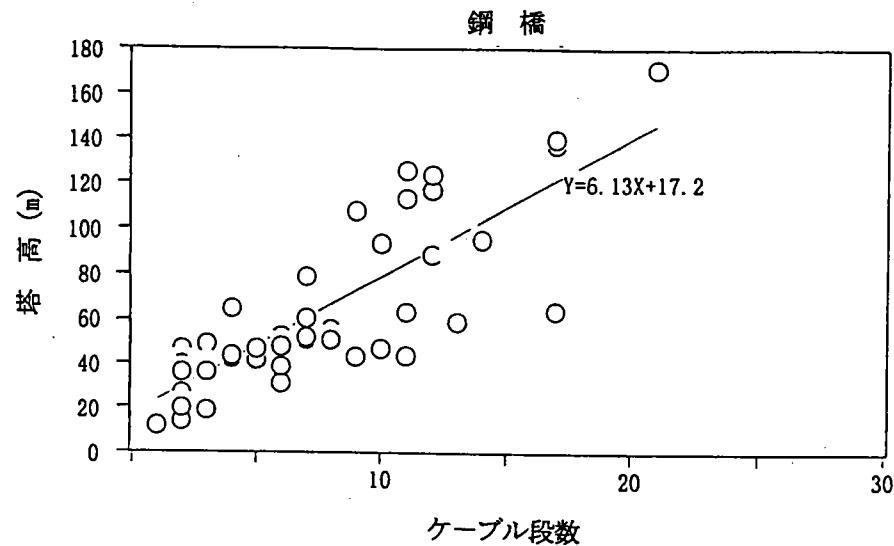
鋼橋においては、1980年代以降、塔重量の大きな橋梁が現れている。これらは全て中央径間長が350m以上の長大橋であり、中規模の橋梁と明確に区分することができ。一方、PC橋では、全体として塔重量のばらつきが比較的大きいが一様に分布しており、中央支間長250m以下の橋梁に集中しているからと考えられる。1本柱と2本柱の比較においては、1本柱が明らかに塔重量が小さいがデータ数が少なく、採用件数が少ないと推定できる。なお、門型、A型、H型、逆Y型について全て2本柱として分類してある。

分類：主塔

C-4-3

タイトル：塔高とケーブル段数

目的：同規模の橋梁を比較した場合、鋼橋とPC橋でケーブル本数に差があると考えられる。そこで、塔高とケーブル段数の関係を見る。

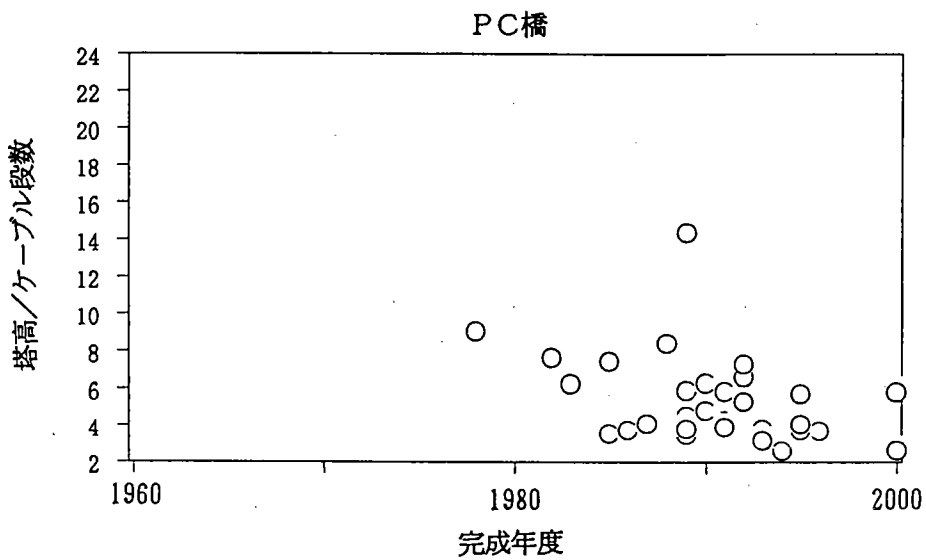
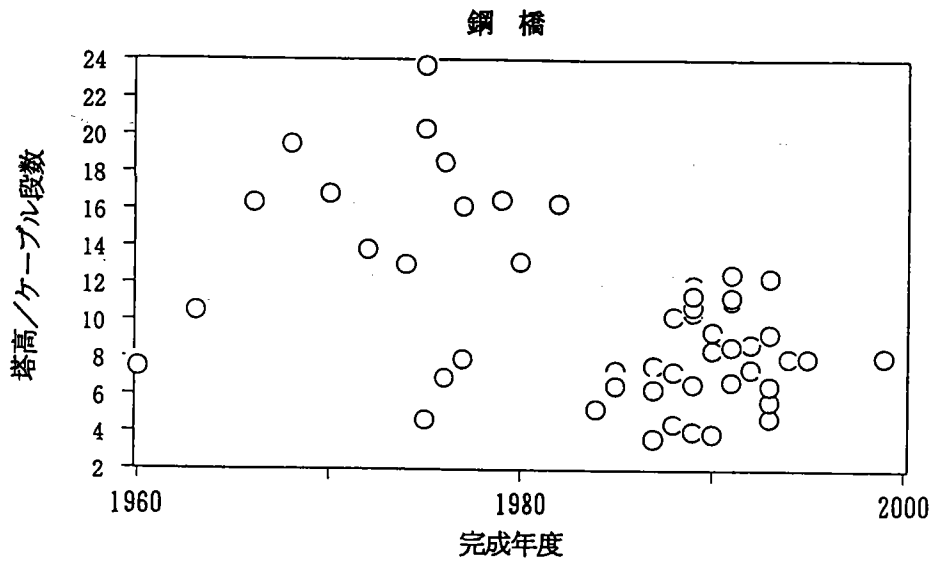


考察

鋼橋、PC橋ともに塔高の増加とともにケーブル段数は多くなるがPC橋の方がその傾向は顕著であり、PC橋は塔高に対してケーブル本数が多いことがうかがえる。このことは、PC橋の場合、経済性と施工性により定着間隔を10m程度とするためと考えられる。

タイトル：塔高／ケーブル段数と完成年度

目的：塔高とケーブル段数の関係を年代を横軸としてその推移を考察する。



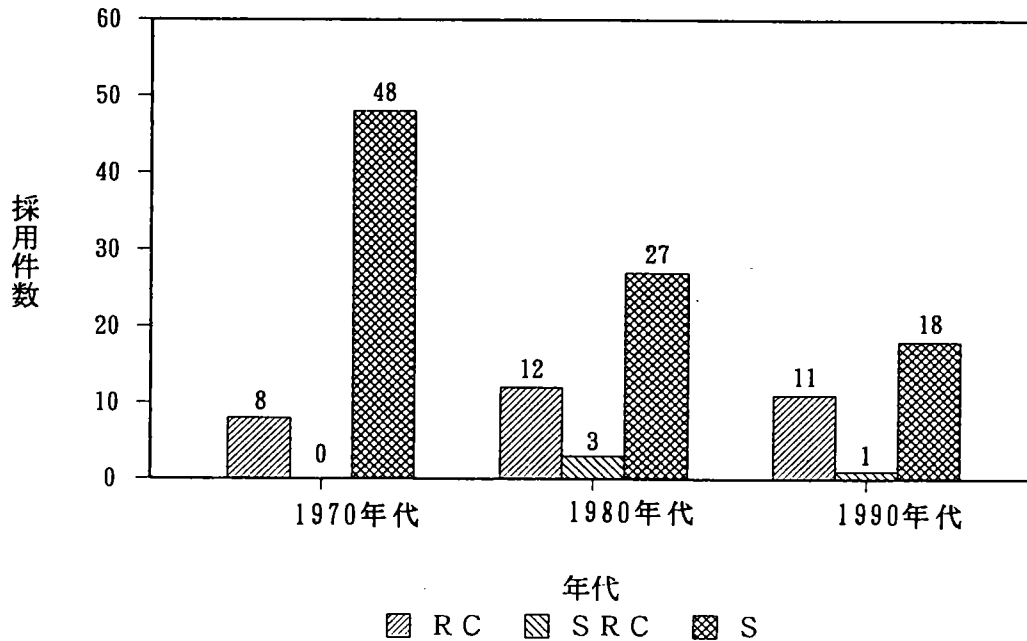
考察

鋼橋においては、1970年代までは、橋梁の規模に比較してケーブル本数が少ない傾向にあるが、1980年代以降においてはマルチケーブル化が目立つ。一方、PC橋においても、年代とともにケーブル本数の増加の傾向が見られるが、鋼橋ほど顕著ではなく、初期の段階よりある程度のケーブル本数を配置したと考えられる。

タイトル：塔種別と完成年度

目的：年代別による主塔種別の変遷により、材料の特性を比較する。

塔種別と完成年度  
年代別による採用件数



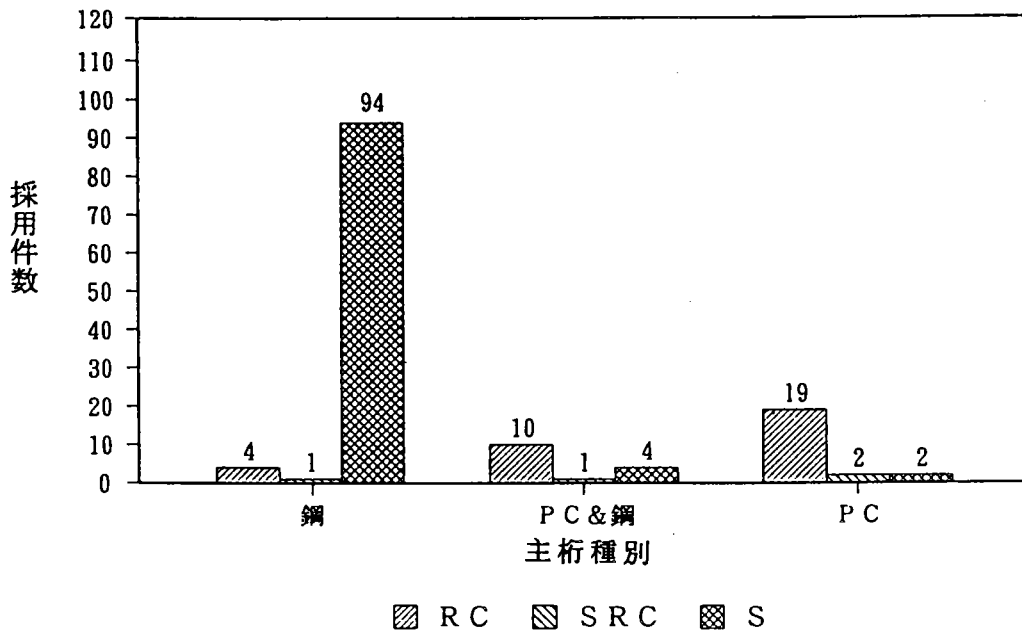
考察

年代別による主塔種別は、斜張橋建設当初の70年代で、鋼材の主塔が約8割強となっている。80年代はPC斜張橋の建設件数が多くなったこともあり、RC、SRCの主塔の採用が増えてきた。90年代は工事中あるいは建設予定の橋梁もあり、データとして少ないが鋼材、RCの開きは少ない。主塔の種別は、単純に年代ごとによる採用件数で特性比較することはできないが、鋼材での主塔の採用が全体の約7割を占めていることを考えると、斜張橋の架橋条件が長大支間であることにより、比較的鋼材の採用が多くなっていると思われる。また、年代ごとにRCの主塔の採用も増加傾向にある。

タイトル：塔種別と主桁種別

目的：塔種別と主桁種別の組合わせについて、各採用件数により特性を比較する。

塔種別と主桁種別

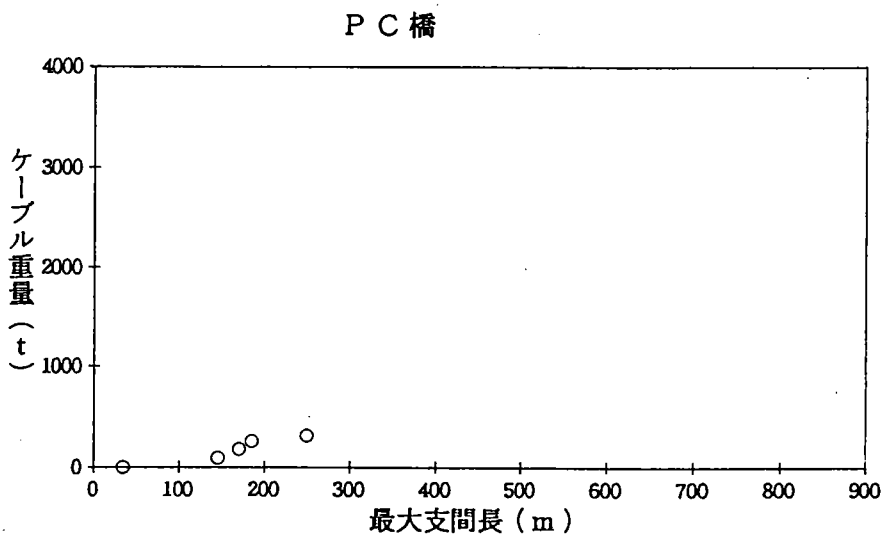
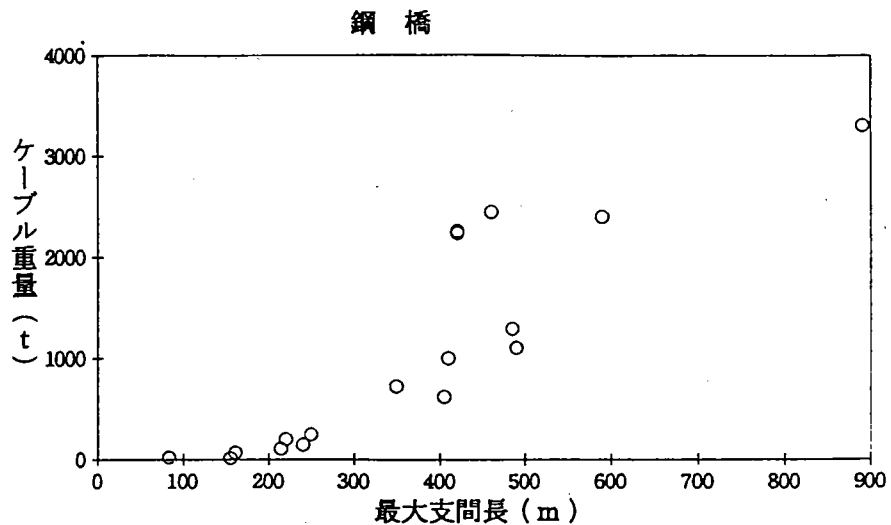


考察

主桁種別ごとの塔の種類は、鋼桁では鋼材の塔、PC桁はRCの塔が主流であり、複合構造もPC桁と同様RCの主塔の採用が多い。このことは、鋼斜張橋が一般的に塔を施工してから主桁架設を行うことが多く、またPC斜張橋は主桁の張出しに合わせ塔のステップ施工を行うことが多いなど、材料特性を生かした施工方法が採用されるためと考えられる。

タイトル：ケーブル重量と最大支間長（3径間・2面吊り）

目的：使用材料（鋼またはPC）に起因するケーブル重量の差異を、支間長をパラメーターに選定し、グラフ化する。なお、グラフは、比較的データ件数の豊富な3径間2面吊り形式に着目し作成する。



考察

鋼橋で支間長が400mを超えると、ケーブル重量にバラツキが生じる。これは、斜張橋の形を選択する上で、ケーブル配置の自由度が大きく寄与しているからと考えられる。PC橋では、支間長250m以下、ケーブル重量300t以内に集約されている。

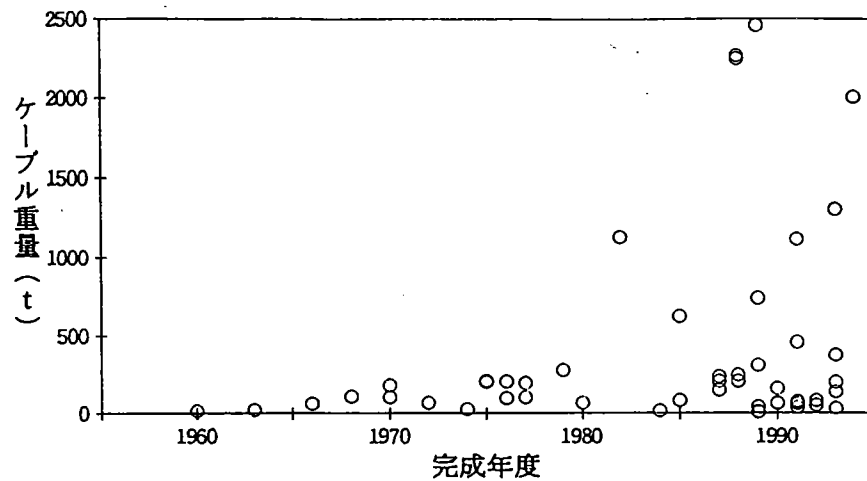
分類：ケーブル

C-5-2

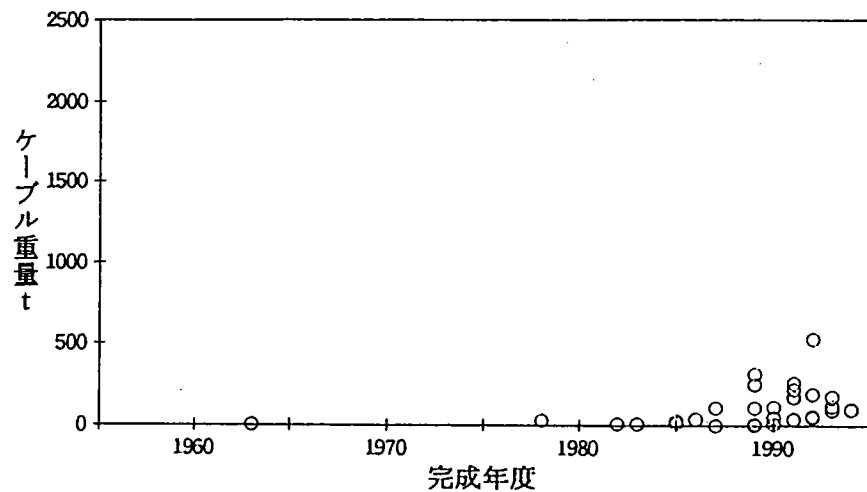
タイトル：ケーブル重量と完成年度

目的：完成年度別ケーブル重量をグラフ化することにより、ケーブル重量の推移や完成年度による傾向、特徴を把握するものとする。

### 鋼橋



### P C 橋

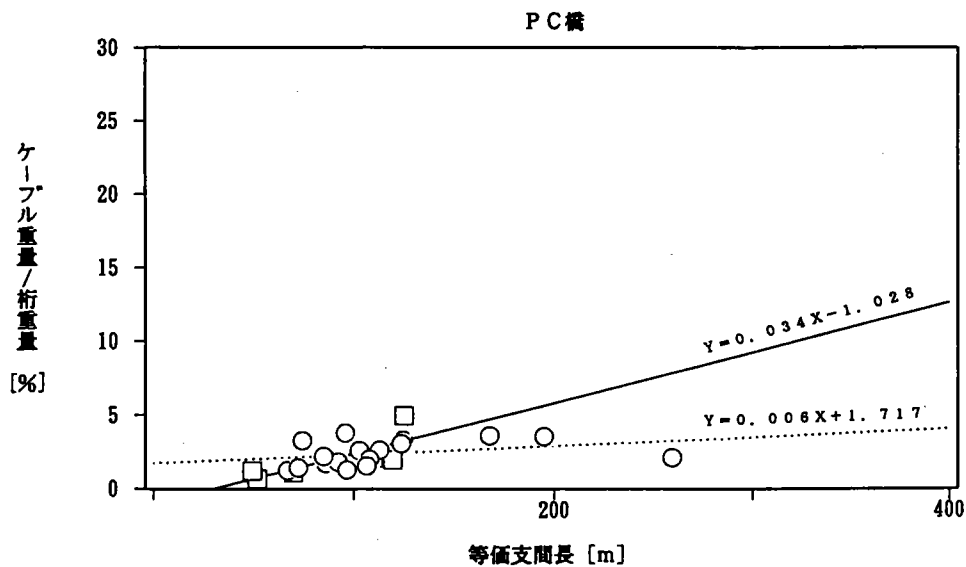
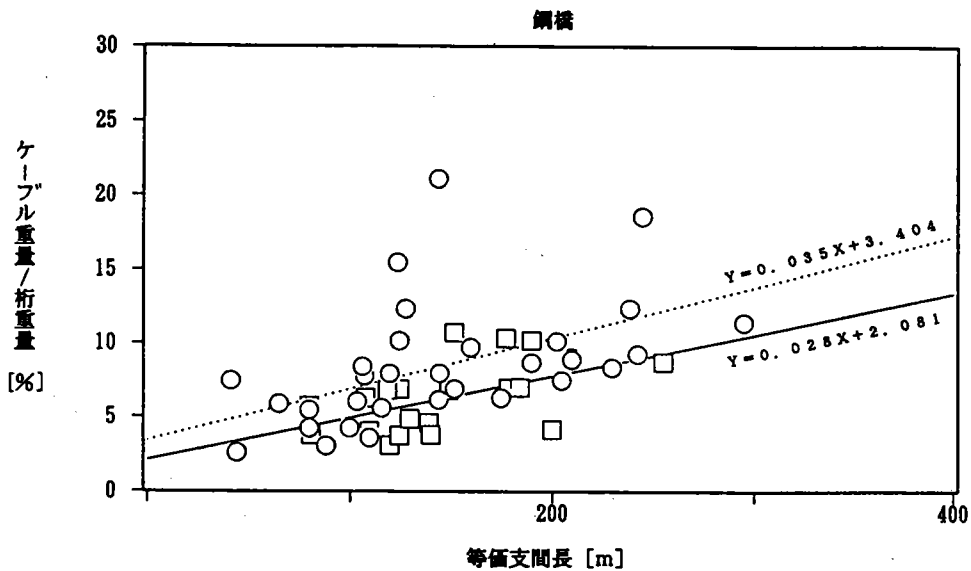


### 考察

P C 橋の多くは1980年以降に採用され、ケーブル重量は500 t 程度以内に集約され、年代による変化は少ない。これは、斜張橋の規模があまり変わらないことと、施工上の理由によりケーブル間隔を一定にしていることが、要因として考えられる。一方、鋼橋は施工年代が1980年を過ぎるとケーブル重量の増えるデータが出現し、大規模化及びマルチケーブルが採用されていることがうかがえる。

タイトル : ケーブル重量比と等価支間長

目的 : ケーブル重量と桁重量の比が、鋼とPCの使用材料の違いからどのような特徴差があるのかを、等価支間長をパラメータとして調べる。



○ ----- : 2面吊り      □ ————— : 1面吊り

考察 : 鋼橋は、ほぼ4%から10%に幅広く分布している。また、支間長が延びるに従いケーブル重量の割合が増える傾向にある。1面吊りに比べ2面吊りの場合、回帰直線からはずれた橋が多い。

PC橋は、3%前後に集中している。1面吊りの回帰直線の傾きは2面吊りに比べ急ではあるが、1面吊りで支間長の大きな橋のデータは今回調査した中には入っていない。よって、実質的にはPC橋の場合1面吊り2面吊りとも支間長にはほとんど関係なく一様といえる。

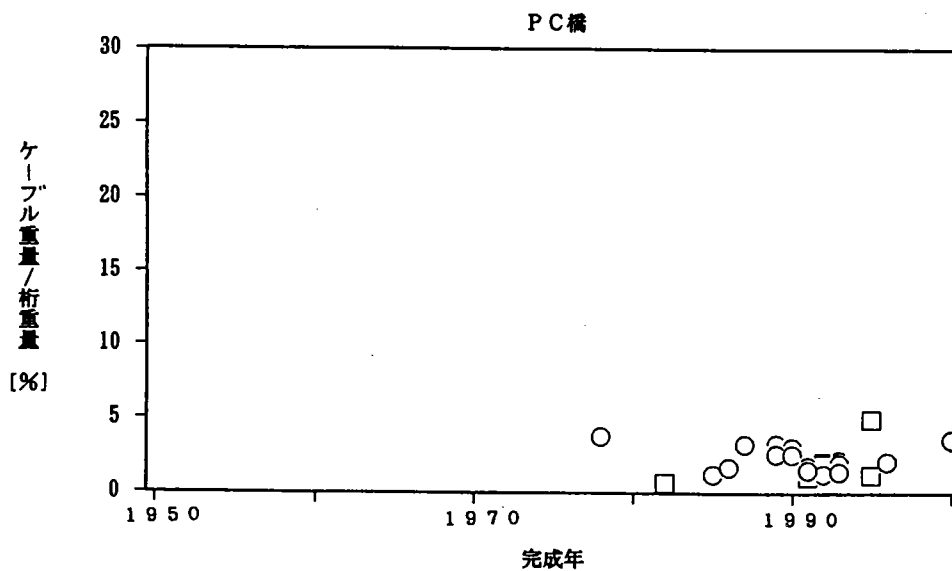
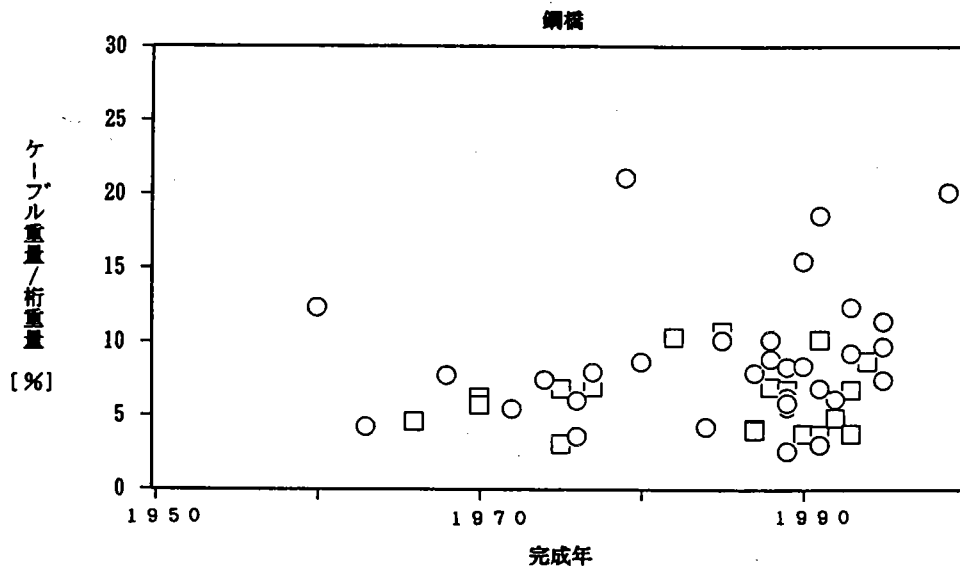


分類 : ケーブル

C-5-4

タイトル : ケーブル重量比と完成年

目的 : ケーブル重量と桁重量の比が、完成年によってどのような傾向があるかを調べる。



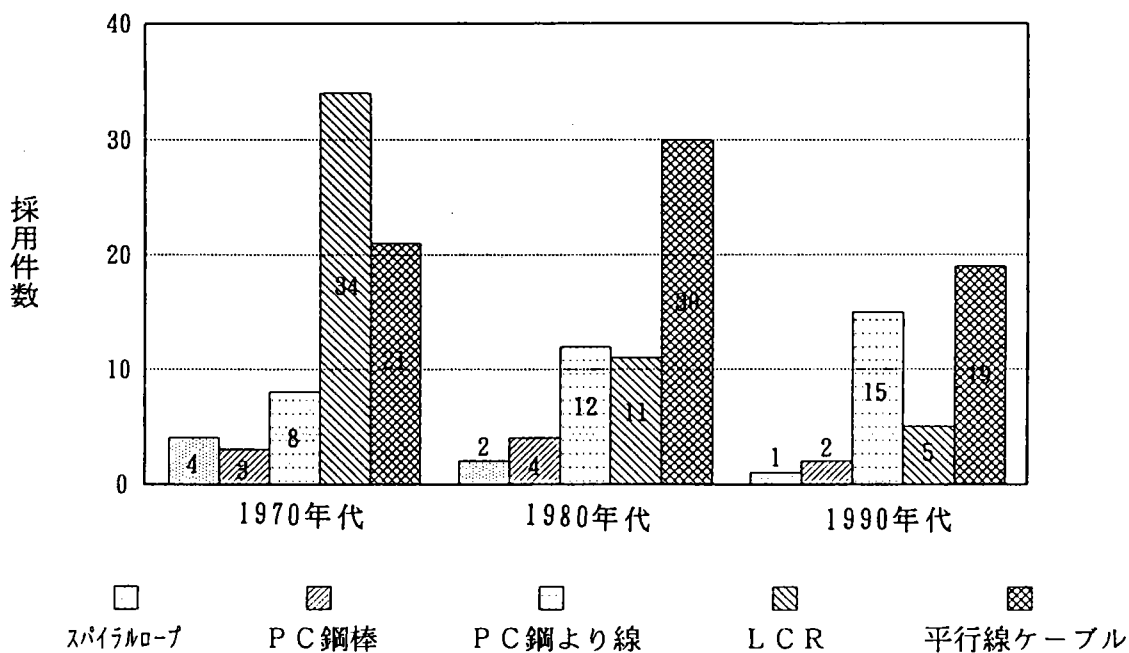
○ : 2面吊り      □ : 1面吊り

考察 : 鋼橋、PC橋とも完成年をパラメータとした場合、ほとんど変化はみられない。ただ、鋼橋はPC橋に比べケーブル重量比の分布幅が広くなっていく傾向が、わずかに表れている。

タイトル：ケーブル材料と完成年度

目的：年代別によるケーブルの種別の変遷により、材料の特性を比較する。

ケーブル材料と完成年度



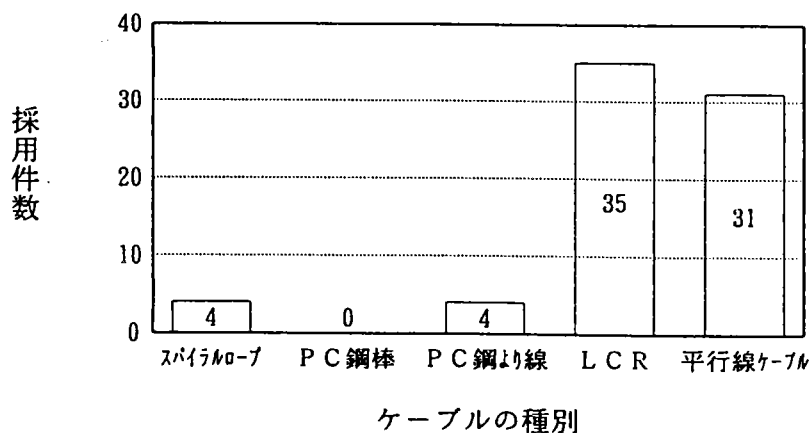
考察

年代別採用件数は上図のとおりであり、建設当初の70年代はLCR（ロックドコイル）が約5割を占めている。80年代は平行線ケーブルが増え、約4割を占めているが、比較的、採用のパラツキがある。90年代は鋼より線と平行線ケーブルが他より採用が多く、この2種類で約8割を占めている。

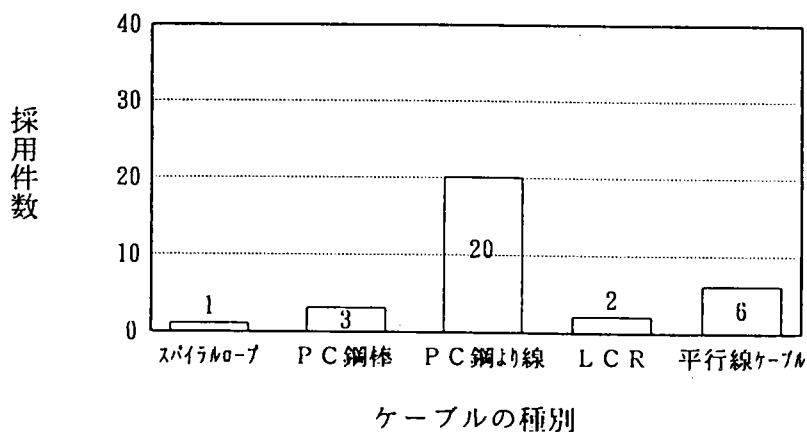
タイトル：ケーブル材料，主桁種別

目的：主桁種別（鋼桁，PC桁）により、採用されているケーブルの件数を調べ、材料の特性を比較する。

鋼桁



PC桁



考察

主桁種別によるケーブルの採用件数は、上図のとおりで、鋼橋の場合LCR（ロッドコイル）の採用が多くなっているが、これは建設当初の採用が多く、近年の傾向としては平行線ケーブルの採用が多くなっている。PC橋の場合は、PC鋼より線の採用が最も多く、また傾向も年代ごとに採用件数が多くなっている。このことは、主桁の定着と合わせたケーブルの定着方法が、施工性に優れる点から採用されていると考えられる。

## 6. 2 海外橋梁

### グラフ一覧表

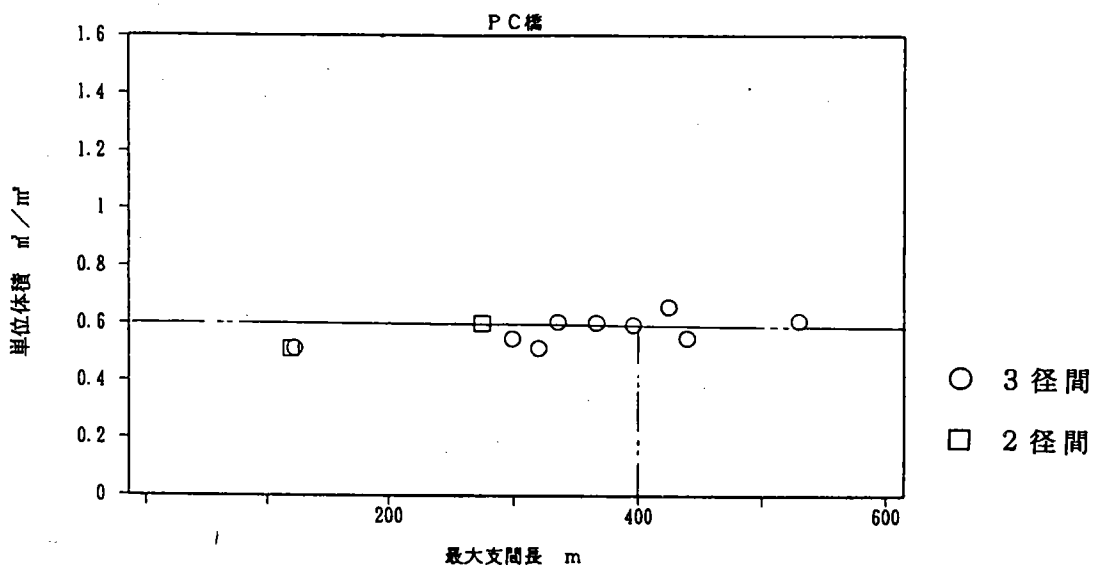
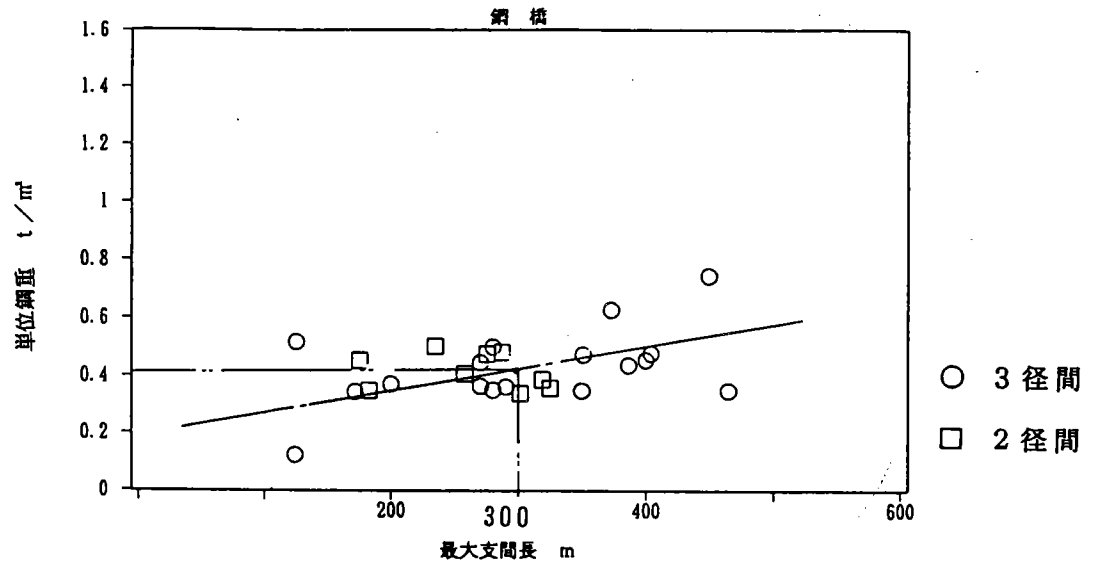
分 類	グラフ番号	タ イ ト ル	備 考
主桁鋼重 (体積)	D-1-1	主桁鋼重 (体積) と最大支間長	
	-2	主桁鋼重 (体積) とスパン比	
	-3	主桁鋼重 (体積) とケーブル定着間隔	
	-4	主桁鋼重 (体積) と完成年度	
	-5	主桁鋼重 (体積) と件数	
桁 高	D-2-1	桁高と最大支間長	3 径間
	-2	桁高と最大支間長	2 径間
	-3	桁高と等価支間長	
	-4	桁高と全幅員	
	-5	桁高とケーブル定着間隔	
	-6	桁高と完成年度	
幅 員	D-3-1	有効幅員と主桁重量	
	-2	総幅員と完成年度	
	-3	幅員に関するパラメータの平均値と変動係数	
主 塔	D-4-1	塔高と等価支間長	
	-2	塔重量と完成年度	
	-3	塔高とケーブル段数	
	-4	塔高/ケーブル段数と完成年度	
ケーブル	D-5-1	ケーブル重量と最大支間長	3 径間、2 面吊り
	-2	ケーブル重量と完成年度	
	-3	ケーブル重量比と等価支間長	
	-4	ケーブル重量比と完成年度	

分類 : 主桁鋼重 (体積)

D-1-1

タイトル : 主桁鋼重 (体積) と最大支間長

目的 : 主桁鋼重 (体積) と最大支間長に比例関係があるかを検証する。



### 考 察

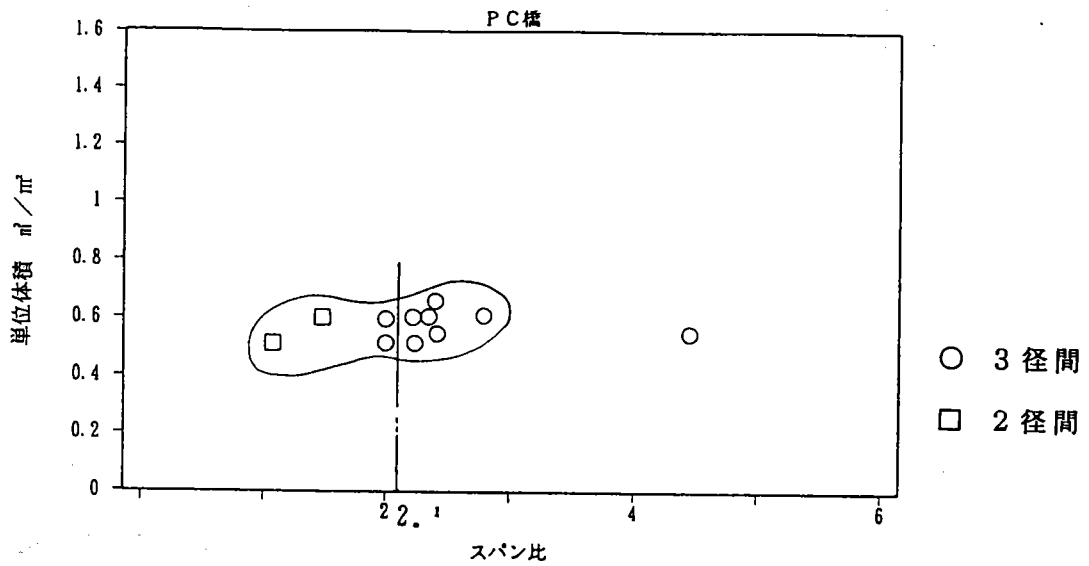
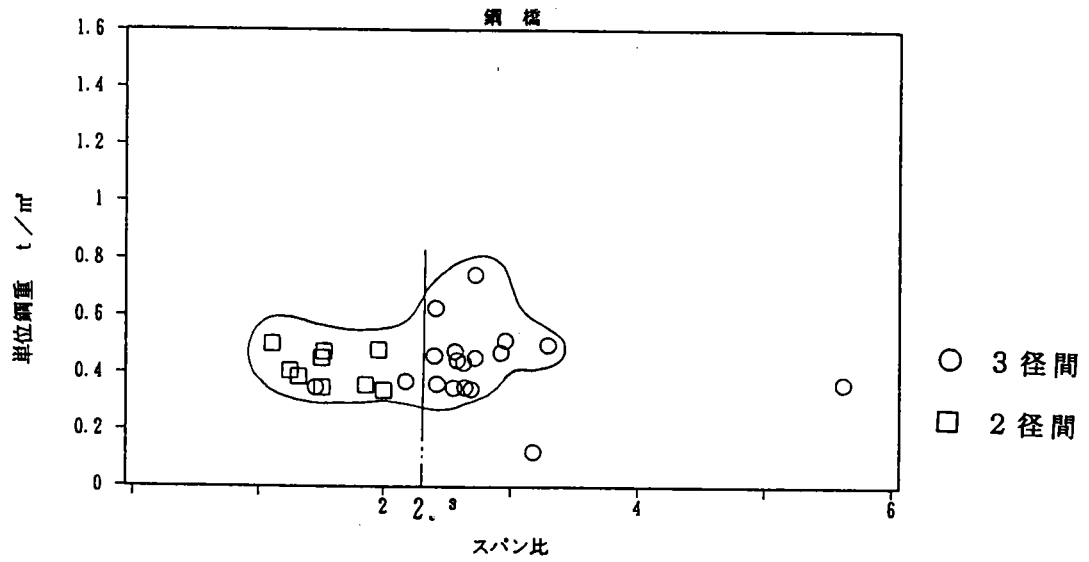
鋼橋においては、鋼重と最大支間長には比例関係が認められる。平均値は、最大支間長で 300 m、単位鋼重で  $0.400 t/m^2$  である。一方、PC橋では、比例関係は認めがたい。平均値は、最大支間長で 400 m、単位体積で  $0.600 m^3/m^2$  である。

分類 : 主桁鋼重 (体積)

D-1-2

タイトル : 主桁鋼重 (体積) と スパン比

目的 : 主桁鋼重 (体積) と スパン比に比例関係があるかを検証する。



考察

鋼橋、PC橋とも比例関係は認めがたい。

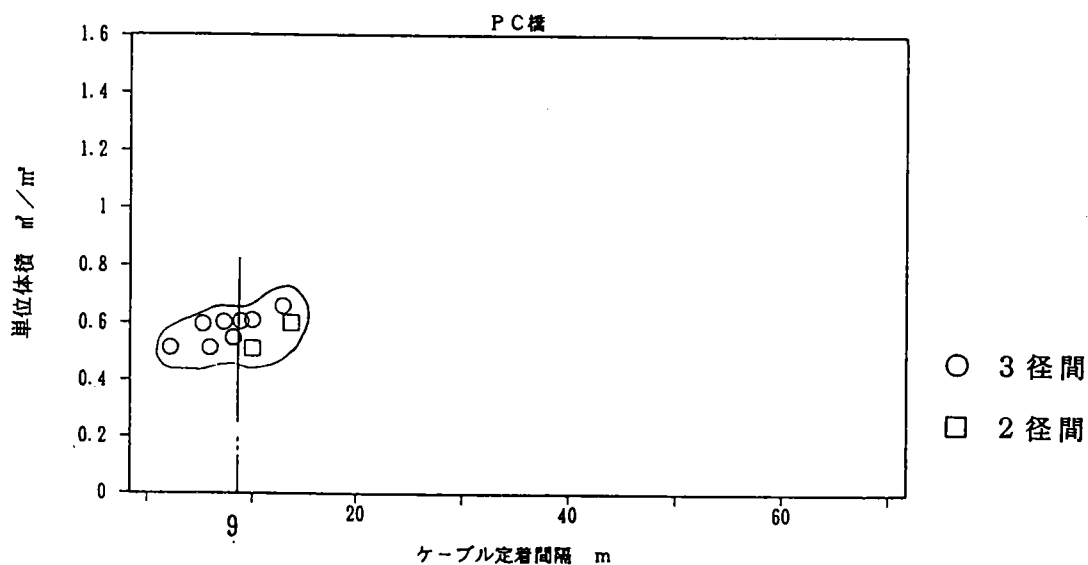
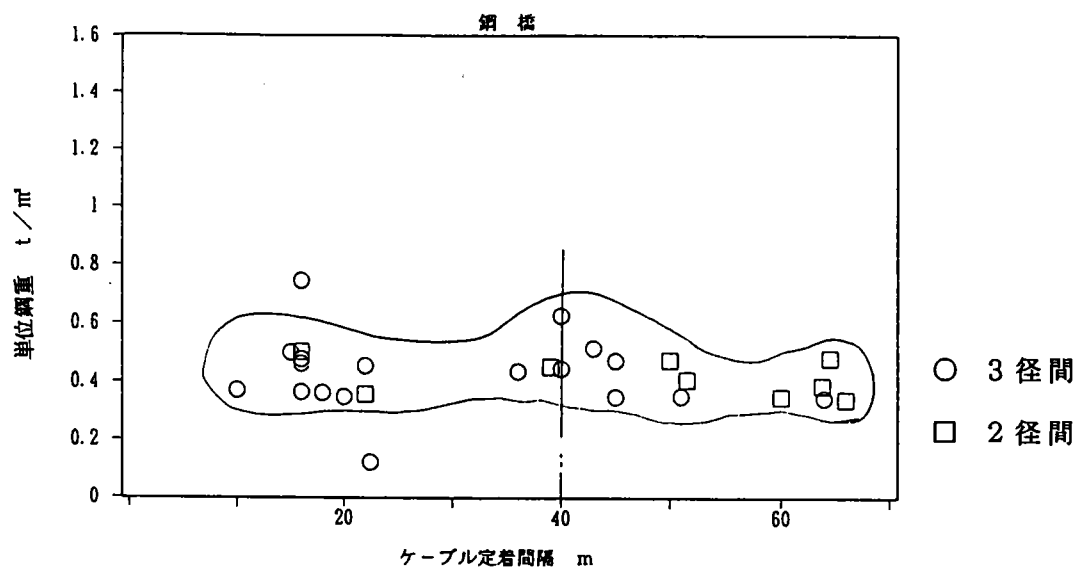
(スパン比 : 主径間長 / 側径間長)

分類 : 主桁鋼重 (体積)

D-1-3

タイトル : 主桁鋼重 (体積) とケーブル定着間隔

目的 : 主桁鋼重 (体積) とケーブル定着間隔に比例関係があるかを検証する。



考 察

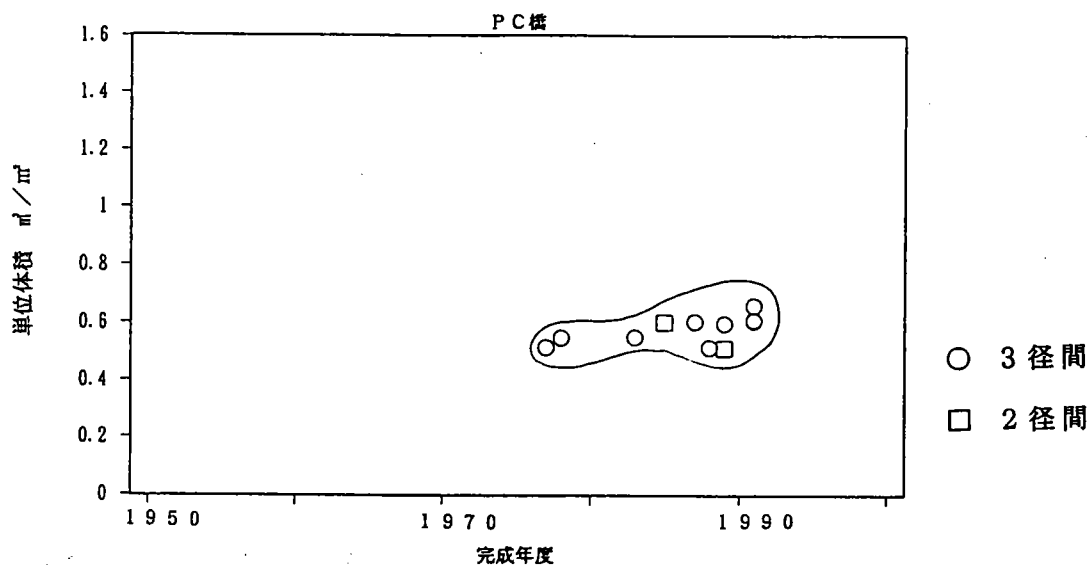
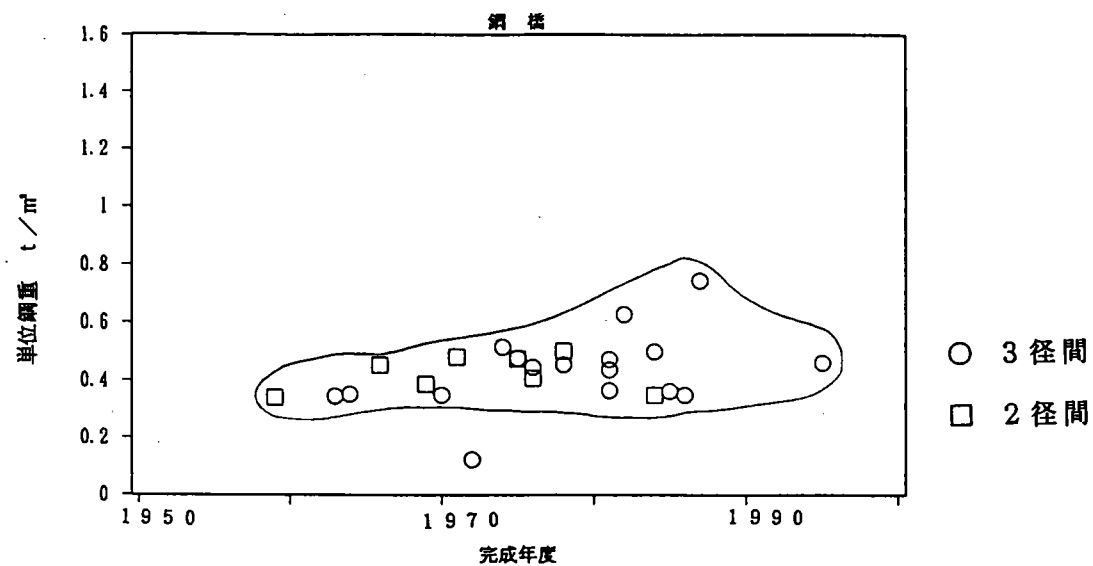
鋼橋においては、ばらつきが大きく比例関係は認められない。ただし、平均定着長は40 mと考えられる。一方、PC橋は、単位体積に関係なく定着長が9 mである。

分類 : 主桁鋼重(体積)

D-1-4

タイトル : 主桁鋼重(体積)と完成年度

目的 : 主桁鋼重(体積)と完成年度に比例関係及び特異性があるかを検証する。



考察

鋼橋においては、年々単位鋼重が微増していると考えられる。PC橋は、データ不足ではあるが鋼橋と同様と考えられる。

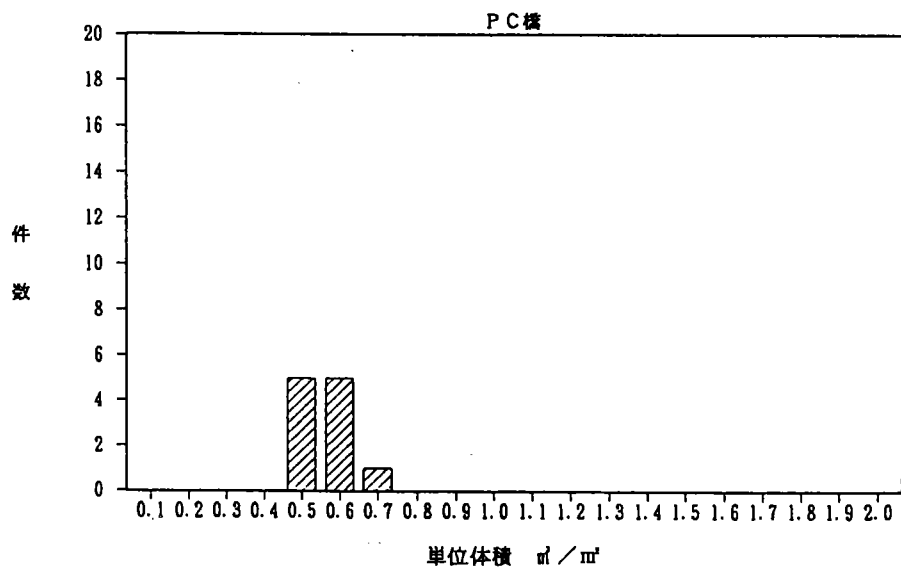
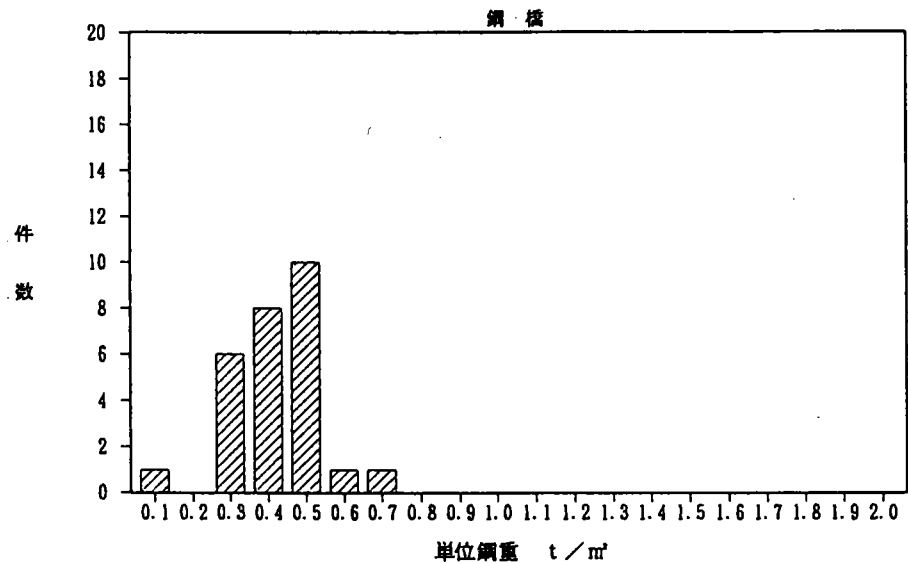


分類 : 主桁鋼重 (体積)

D-1-5

タイトル : 主桁鋼重 (体積) と件数

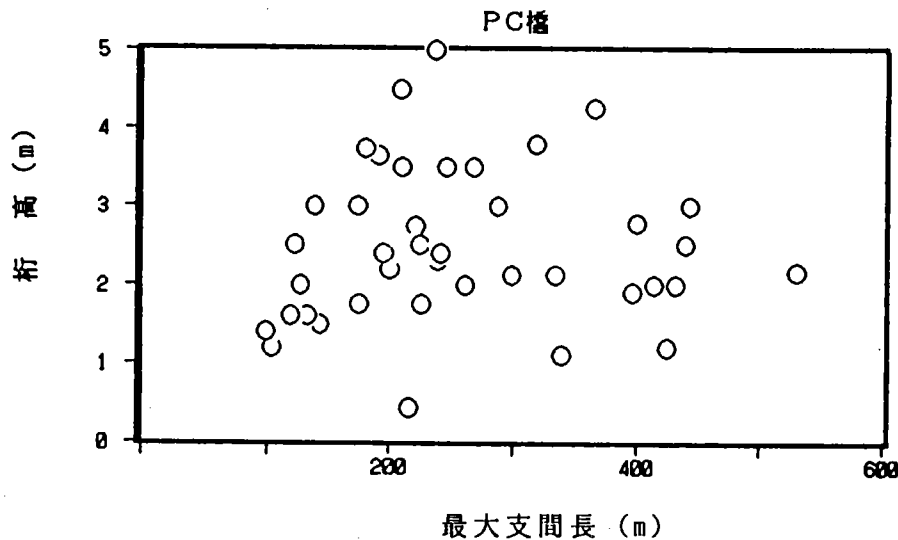
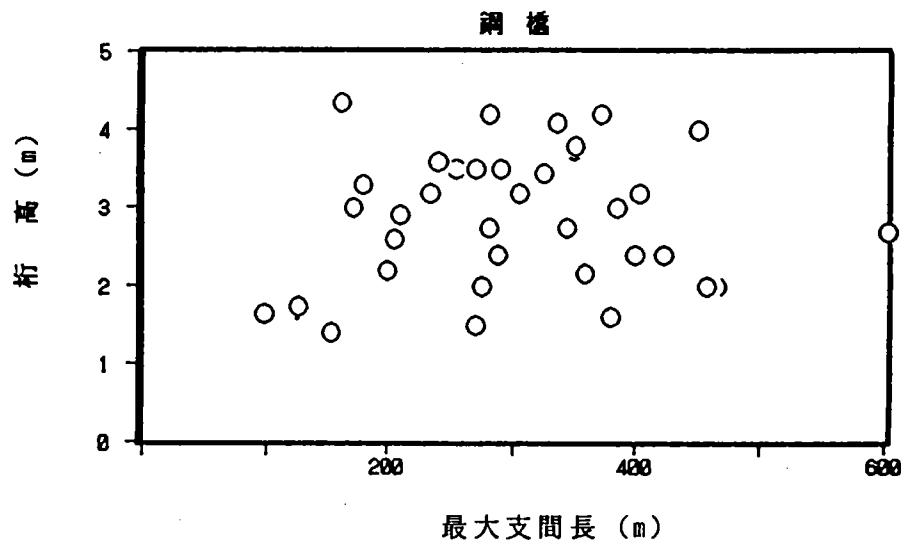
目的 : 主桁鋼重 (体積) と件数に相関関係があるかを検証する。



考察

鋼橋においては、最も多い単位鋼重は $0.500\text{t}/\text{m}^2$ である。PC橋では $0.600\text{m}^3/\text{m}^2$ 前後が最も多い。

目的：桁橋の場合、桁高と支間長に比例関係がある。そこで、斜張橋においても、桁高と最大支間長に比例関係があるかを見る。

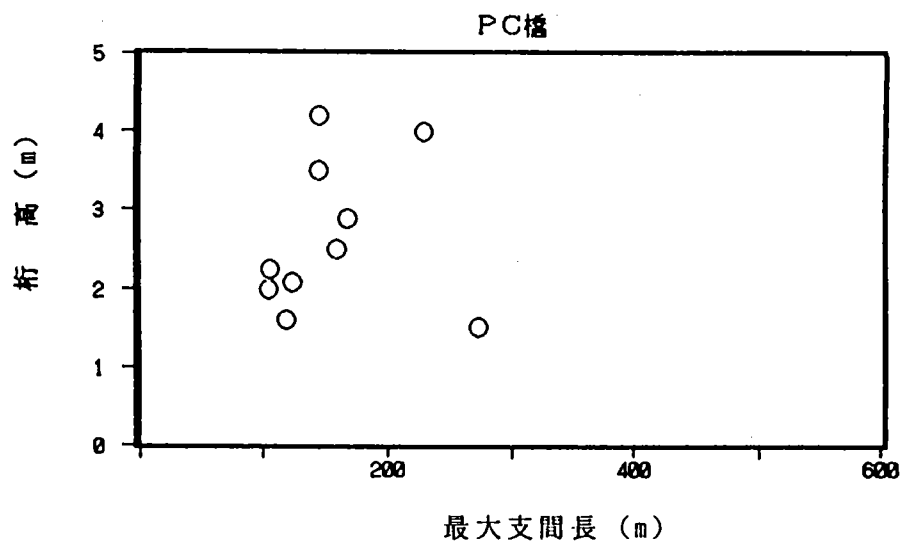
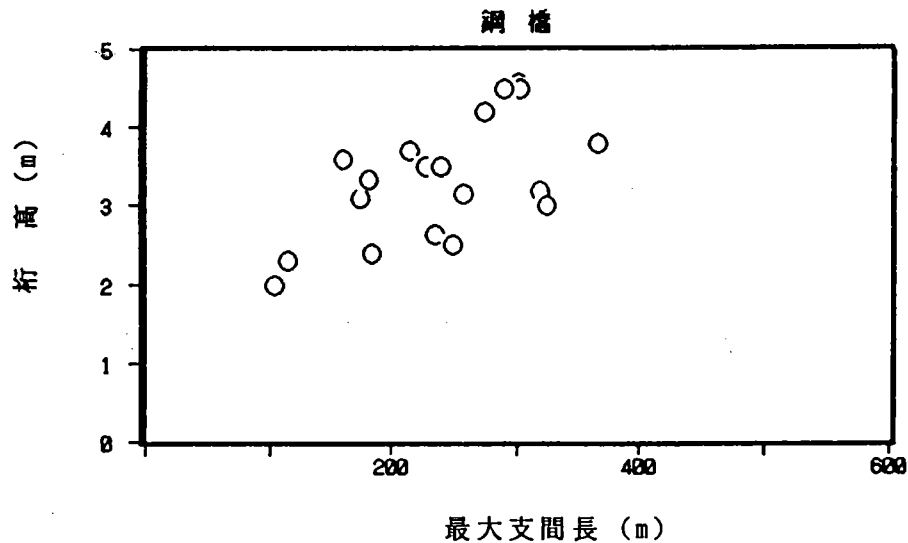


考察

鋼橋については、桁高2.0~4.0mが多く、PC橋については、桁高1.5~3.5mが多い。

また、海外におけるPC橋の桁高は、国内（C-2-1）に比べ、実績範囲の幅が大きい。

目的：桁高の場合、桁高と支間長に比例関係がある。そこで、斜張橋においても、桁高と最大支間長に比例関係があるかを見る。



考察

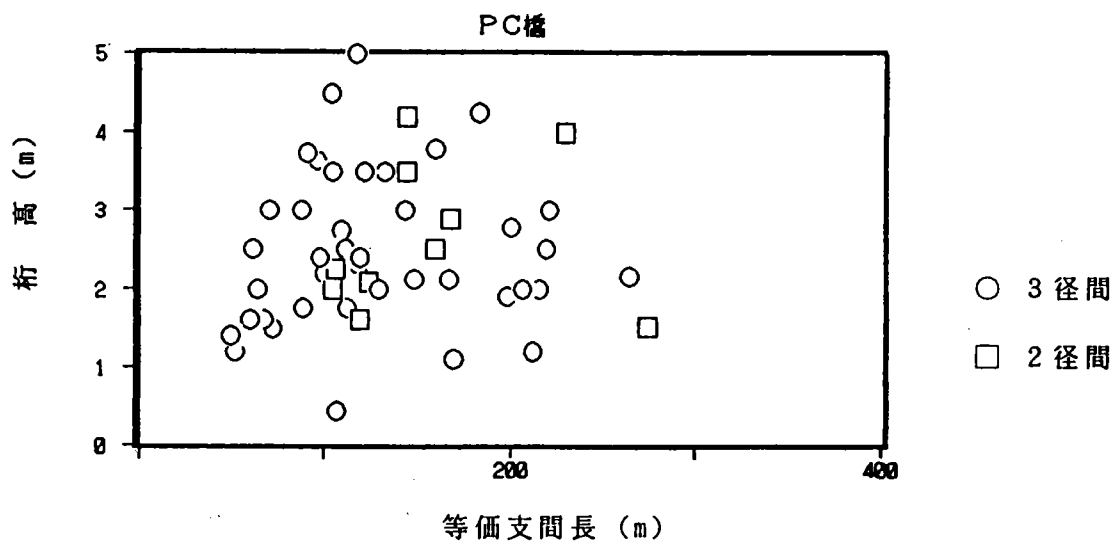
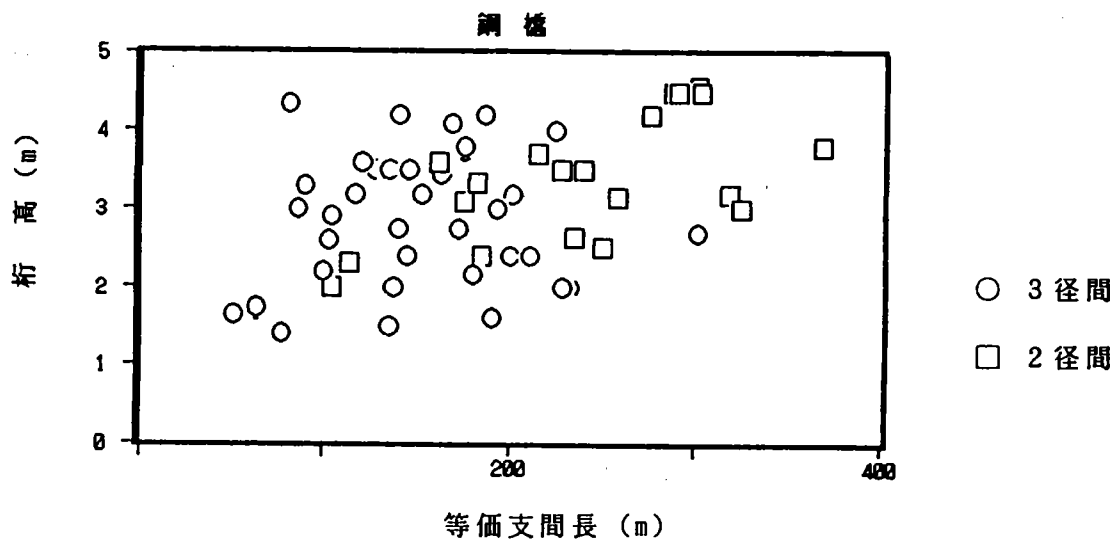
前頁の3径間に比べ、2径間の方が、右上がりの傾向が顕著に表れている。鋼橋の桁高は、最大支間長の $1/40 \sim 1/100$ 程度で、PC橋の桁高は、最大支間長の $1/40 \sim 1/60$ 程度である。

分類：桁高

D-2-3

タイトル：桁高と等価支間長

目的：桁橋の場合、桁高と支間長に比例関係がある。そこで、斜張橋においても桁高と等価支間長に比例関係があるかを見る。

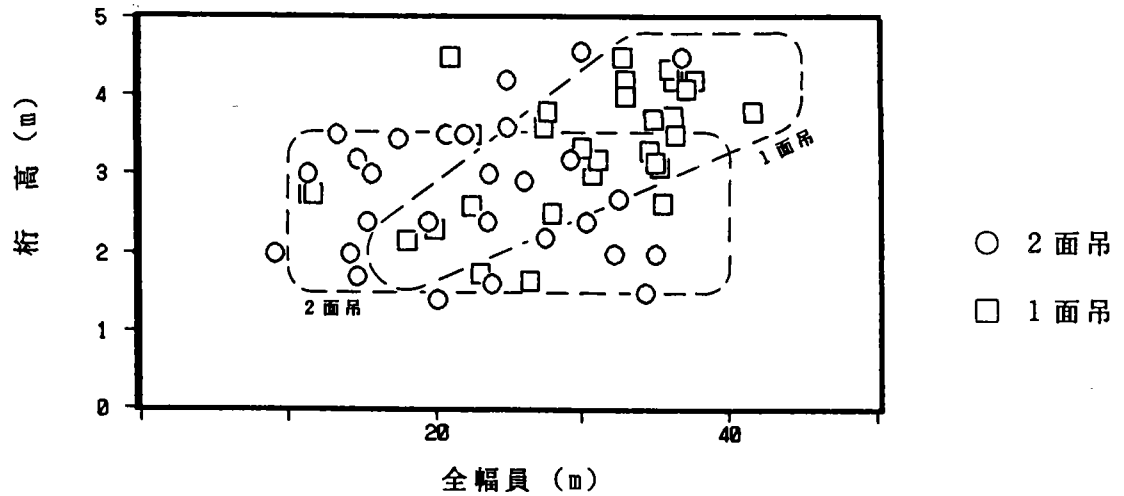


考察

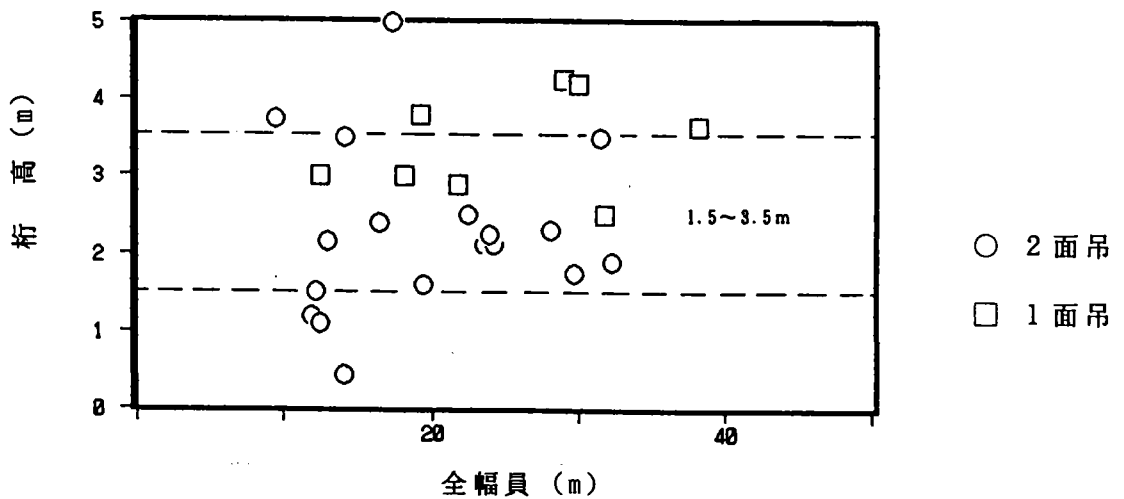
桁高と等価支間長の関係は、鋼橋・PC橋とも、やや右上がりの傾向がある。しかし、この傾向は、国内(C-2-3)の方が著しい。

目的：全幅員の大きさによって桁高に違いがあるか、また、1面吊と2面吊の使い分けに、全幅員の要素があるかを見る。

鋼橋



PC橋



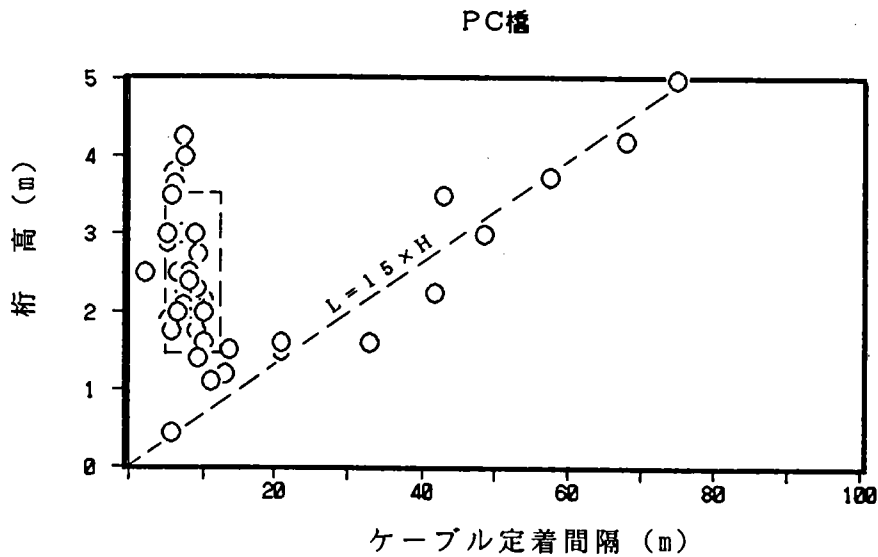
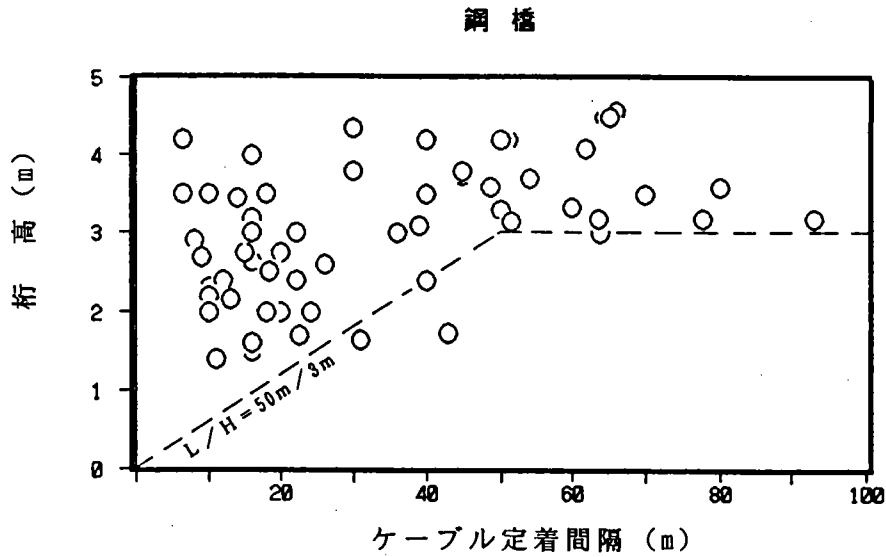
考察

鋼橋の特徴として、1面吊の全幅員は桁高の8倍程度が多いが、2面吊の方は相関関係が見られない。

PC橋の特徴として、桁高は1.5~3.5mの実績が多く、全幅員との関係は見られない。

タイトル：桁高とケーブル定着間隔

目的：ケーブル定着位置が中間支点の役割を果たし、主桁桁高とケーブル定着間隔に比例関係があるかを見る。



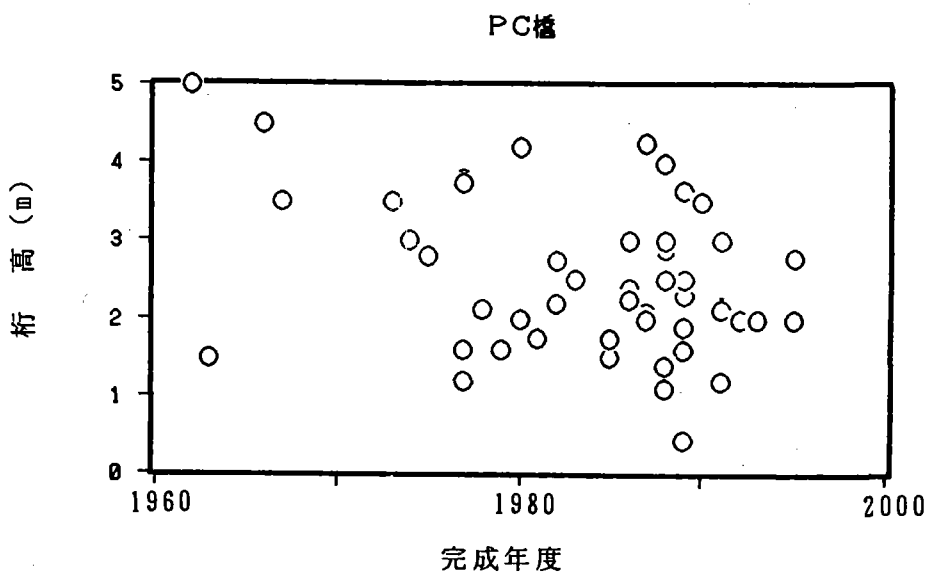
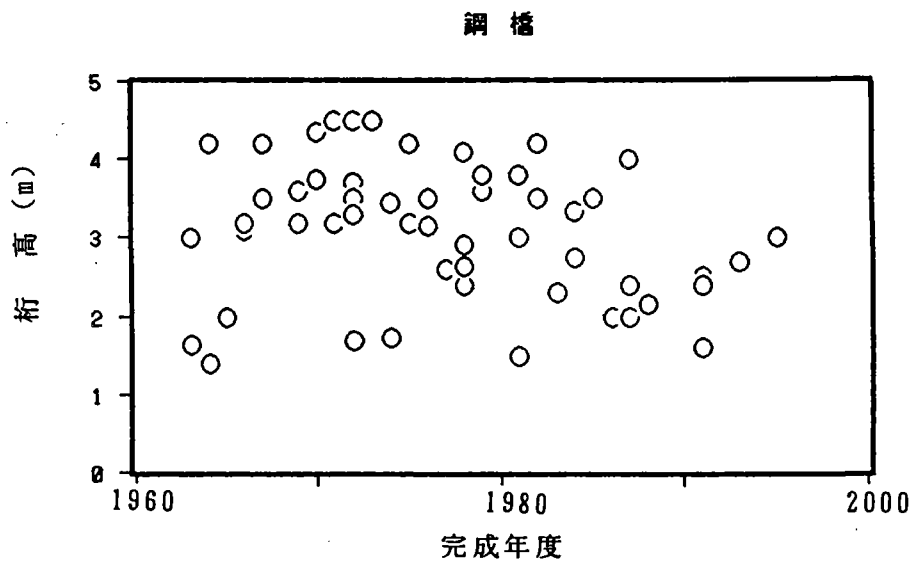
考察

鋼橋の場合、定着間隔／主桁桁高の比率は50m／3m以下になっているが、桁高が3mを越えると、この関係はなくなる。

PC橋の場合、ケーブル定着間隔は6～12m、主桁桁高は1.5～3.5mに集中している場合と、定着間隔の1／15の場合の2グループに大別できる。後者は、1980年以前に架設されたもので、前者は張り出し架設によるものが多い。

タイトル：桁高と完成年度

目的：橋梁の長大橋化によって桁高が高くなっているかを見る。

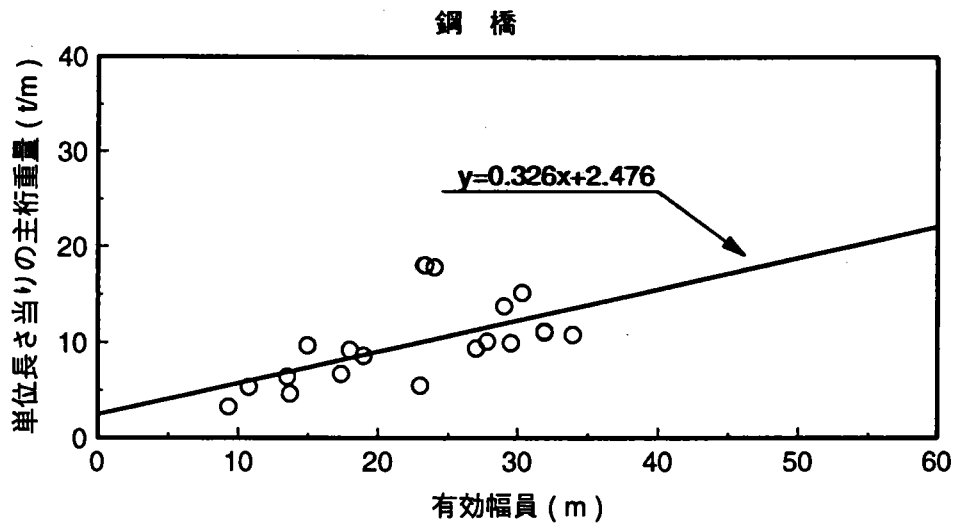


考察

完成年度が最近になるほど、桁高が高くなるという関係は見られないので、長大橋化と桁高の相関はないと考えられる。

タイトル：単位長さ当たりの主桁重量と有効幅員の関係

目的：単位長さあたりの主桁重量と有効幅員との関係をグラフ化した場合に、良好な直線関係が得られれば、単位面積あたりの主桁重量がほぼ一定であることを意味する。鋼とPCでは明らかに自重が異なるため、両者に明かな差異が生じるものと考え、両者の違いを定量化することを目的とし本グラフを作成した。



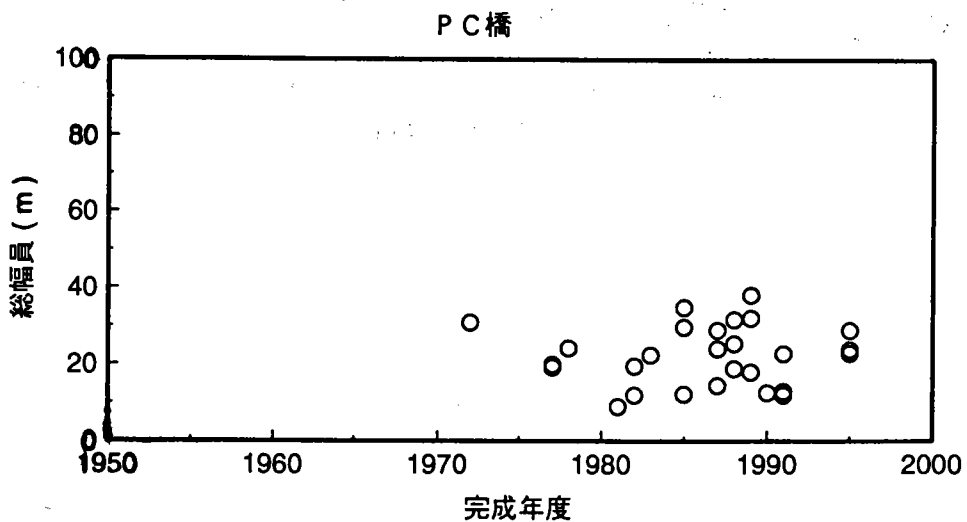
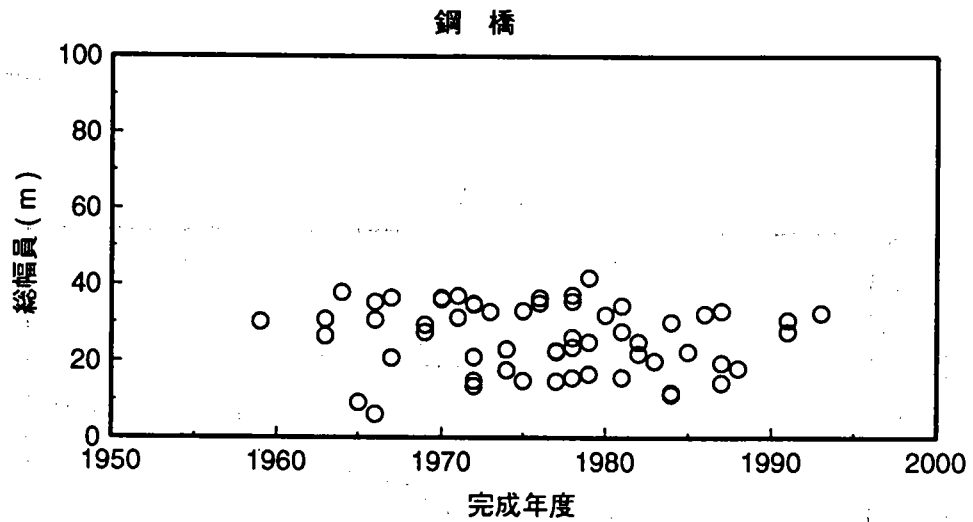
考 察：

PC斜張橋に関するデータは極めて少ないため、鋼斜張橋についてのみ示した。データの信頼性に若干疑問が残るが、回帰直線の傾きを国内鋼斜張橋の場合と比較してみると、約1/2の値となっており、設計荷重などの違いに起因して、非常に軽いことがわかる。



タイトル：総幅員と完成年度の関係

目的：総幅員と完成年度との関係をグラフ化することにより、橋梁規模（総幅員で代表させた）の変遷を調査する。



考察：

国外の斜張橋については、国内の場合と異なり、鋼、PCともに当初から比較的幅員の大きい大規模な例が見られる。

タイトル：幅員およびそれに関連したパラメーターの平均値と変動係数

目的：幅員に関連したパラメーターとして、総幅員、有効幅員、総幅員／桁高、有効幅員／総幅員を取り上げ、その平均値と変動係数を求めることにより、幅員と吊形式(1面or2面)の関係、鋼とPCにおける主桁断面形状、定着部の大きさの違いなどを明らかにする。

		鋼斜張橋		PC斜張橋	
		1面吊り	2面吊り	1面吊り	2面吊り
総幅員 ( m )	平均	29.68	22.05	25.97	21.33
	変動係数	0.250	0.363	0.245	0.344
	データ数	32	31	8	24
有効幅員 ( m )	平均	25.77	20.81	24.46	15.76
	変動係数	0.226	0.330	0.275	0.504
	データ数	25	28	6	15
総幅員 / 桁高	平均	9.39	8.23	8.06	10.14
	変動係数	0.292	0.561	0.336	0.403
	データ数	32	28	6	14
有効幅員 / 総幅員	平均	0.85	0.88	0.89	0.84
	変動係数	0.092	0.082	0.037	0.099
	データ数	25	22	5	13

考察：

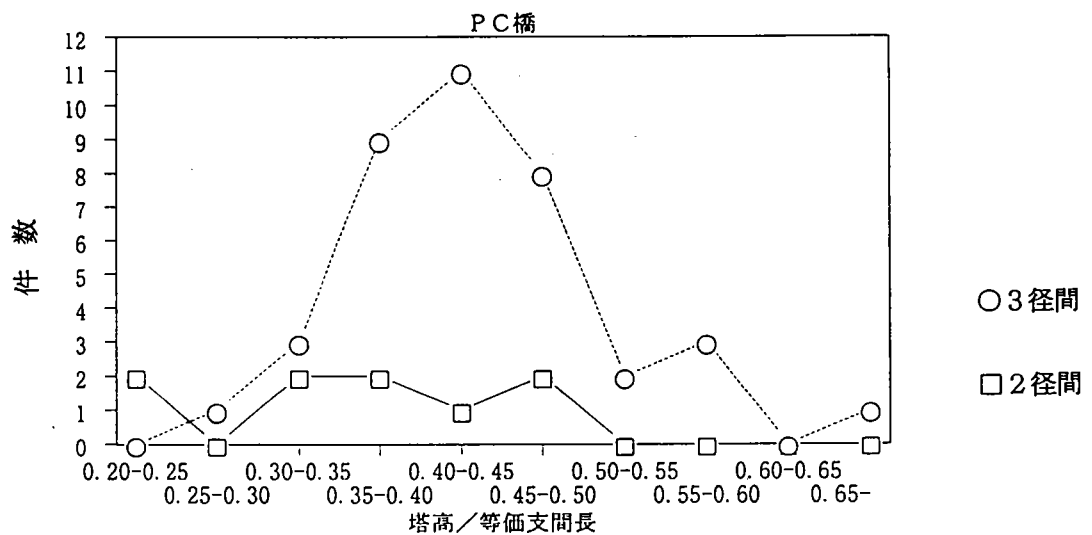
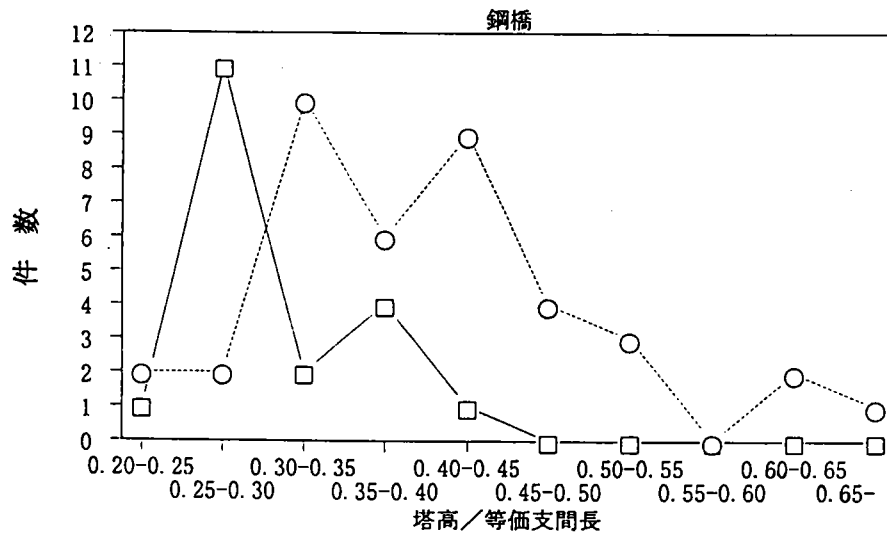
総幅員および有効幅員については、国内の場合と同様、鋼、PCともに1面吊りのほうが2面吊りに比べ平均値が大きく、幅員が広い場合に1面吊りが採用されることが多いように思われる。総幅員／桁高については、鋼の場合には1面吊りの方が大きいものに対してPCの場合には逆になっている。すなわち、2面吊りのPC斜張橋では、桁高が他形式に比べ高い傾向にある。幅員／総幅員については、鋼とPCとで、ケーブル面数の影響が逆になっており、明かな傾向は認められない。

分類：主塔

D-4-1

タイトル：塔高と等価支間長

目的：塔高を決める際には、支間長は重要な要素である。塔高と支間長の比率の頻度を見ることによって、鋼橋とPC橋の違いを考察する。また、2径間と3径間の差も合わせて検討する。



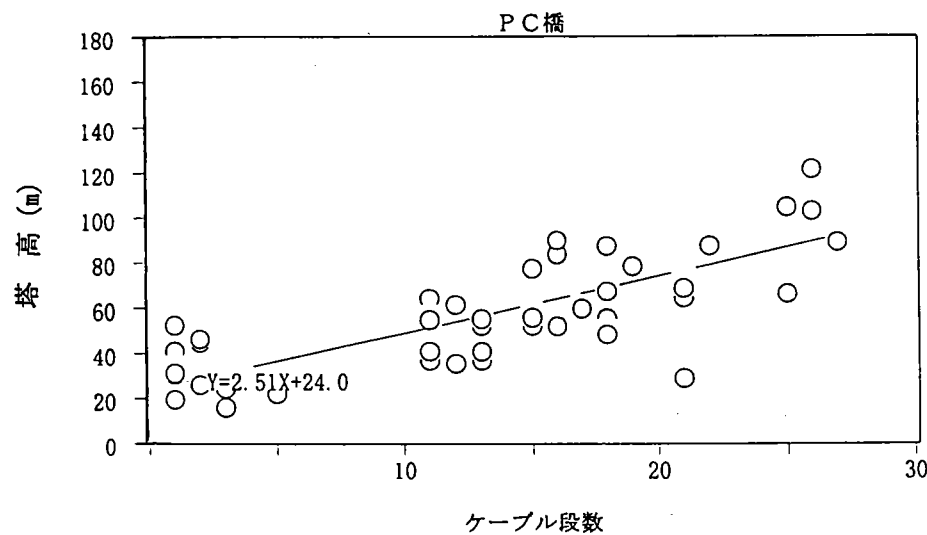
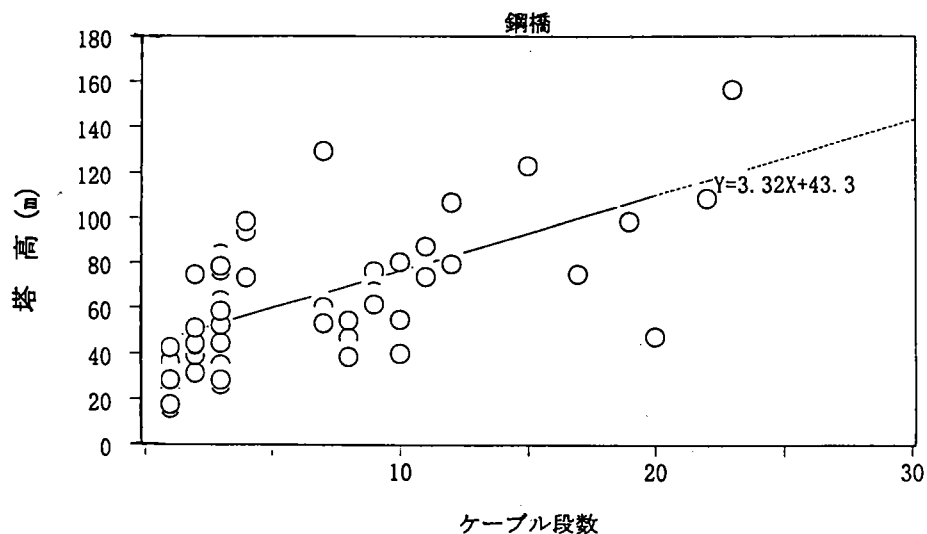
考察

塔高/支間長の比率において、鋼橋は0.30前後が最も多いのに対しPC橋では0.40前後が多く、支間長に対して塔高が高いことがわかる。これは、PC橋は死荷重が大きいので、一定のケーブル角度を確保しているからと考えられる。また、別の見方をすれば、PC橋は0.40前後に集中しているのに対し、鋼橋においてはばらつきが大きい。これは鋼橋がスパンと塔高の比に自由度が大きいためと考えられる。

分類：主塔	D-4-2																																							
タイトル：塔重量と完成年度																																								
目的：塔重量は橋の規模とある程度の相関関係にあると考えられる。そこで、単位橋面積当たりの塔重量の年代による推移を見る。																																								
<div style="text-align: center;">鋼橋</div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the scatter plot</caption> <thead> <tr> <th>完成年度 (Year)</th> <th>塔重量/橋面積 (ton/m²) (Tower weight/bridge area)</th> <th>柱の本数 (Number of columns)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1965</td><td>0.02</td><td>1本柱</td></tr> <tr><td>1968</td><td>0.02</td><td>1本柱</td></tr> <tr><td>1970</td><td>0.12</td><td>2本柱</td></tr> <tr><td>1972</td><td>0.05</td><td>2本柱</td></tr> <tr><td>1975</td><td>0.09</td><td>2本柱</td></tr> <tr><td>1978</td><td>0.02</td><td>1本柱</td></tr> <tr><td>1980</td><td>0.05</td><td>1本柱</td></tr> <tr><td>1982</td><td>0.08</td><td>1本柱</td></tr> <tr><td>1985</td><td>0.26</td><td>2本柱</td></tr> <tr><td>1988</td><td>0.13</td><td>2本柱</td></tr> <tr><td>1990</td><td>0.02</td><td>1本柱</td></tr> <tr><td>1995</td><td>0.10</td><td>1本柱</td></tr> </tbody> </table>		完成年度 (Year)	塔重量/橋面積 (ton/m²) (Tower weight/bridge area)	柱の本数 (Number of columns)	1965	0.02	1本柱	1968	0.02	1本柱	1970	0.12	2本柱	1972	0.05	2本柱	1975	0.09	2本柱	1978	0.02	1本柱	1980	0.05	1本柱	1982	0.08	1本柱	1985	0.26	2本柱	1988	0.13	2本柱	1990	0.02	1本柱	1995	0.10	1本柱
完成年度 (Year)	塔重量/橋面積 (ton/m²) (Tower weight/bridge area)	柱の本数 (Number of columns)																																						
1965	0.02	1本柱																																						
1968	0.02	1本柱																																						
1970	0.12	2本柱																																						
1972	0.05	2本柱																																						
1975	0.09	2本柱																																						
1978	0.02	1本柱																																						
1980	0.05	1本柱																																						
1982	0.08	1本柱																																						
1985	0.26	2本柱																																						
1988	0.13	2本柱																																						
1990	0.02	1本柱																																						
1995	0.10	1本柱																																						
<p>考 察</p> <p>全体としては単位面積当たりの塔重量は0.12ton/m<sup>2</sup>以下であり、完成年度による変化は見られない。1橋だけ0.26ton/m<sup>2</sup>と大きいのは、アメリカのLuling橋である。この橋は中央支間長372.466mに対し、塔基部の断面寸法は6.10mであり、橋の規模の割に塔断面が大きいと考えられる。なお、PC橋については塔重量のデータが少なかったためグラフ化できなかった。</p>																																								

タイトル：塔高とケーブル段数

目的：同規模の橋梁を比較した場合、鋼橋とPC橋でケーブル本数に差があると考えられる。そこで、塔高とケーブル段数の関係を見る。

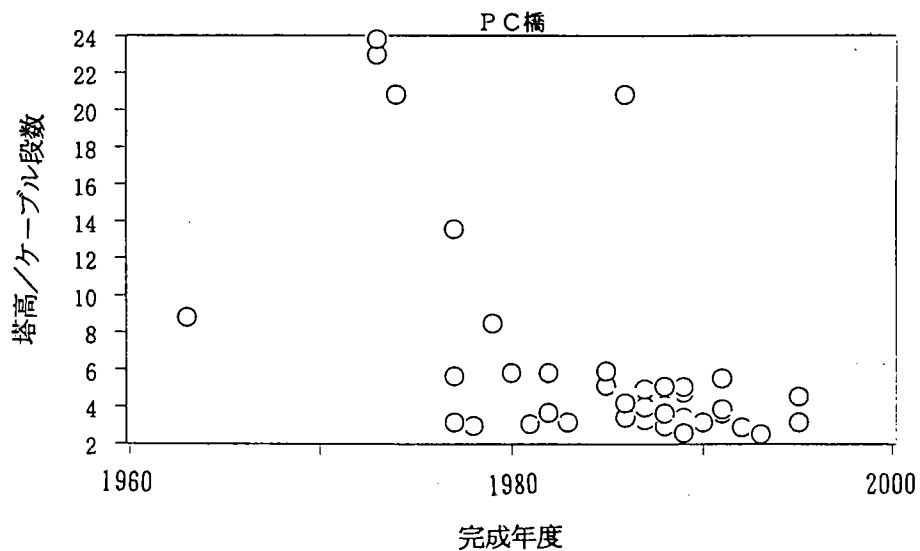
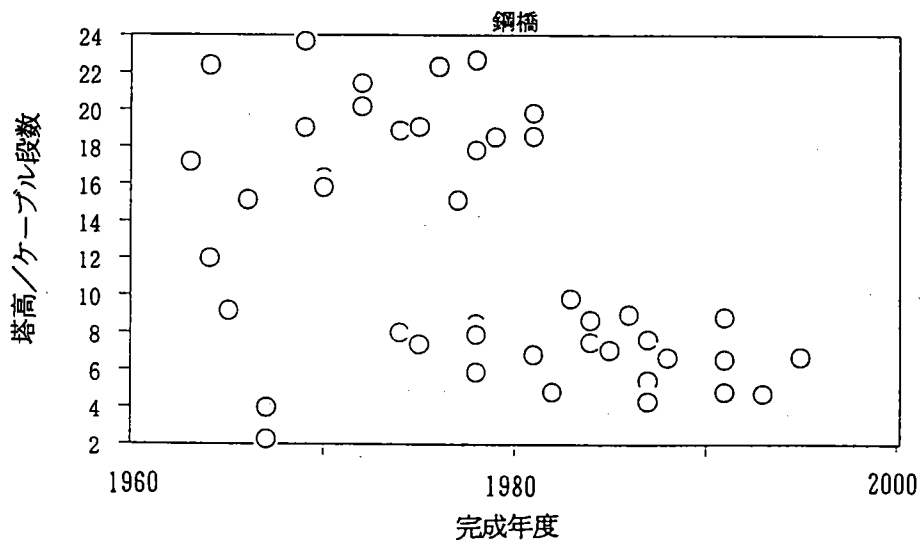


考察

鋼橋、PC橋ともに塔高の増加とともにケーブル段数は多くなるがPC橋の方がその傾向は顕著であり、PC橋は塔高に対してケーブル本数が多いことがうかがえる。鋼橋においてはケーブル段数の少ない橋が目立つが、これは1980年代以前の比較的小規模の橋梁である。

タイトル：塔高／ケーブル段数と完成年度

目的：塔高とケーブル段数の関係を年代を横軸としてその推移を考察する。



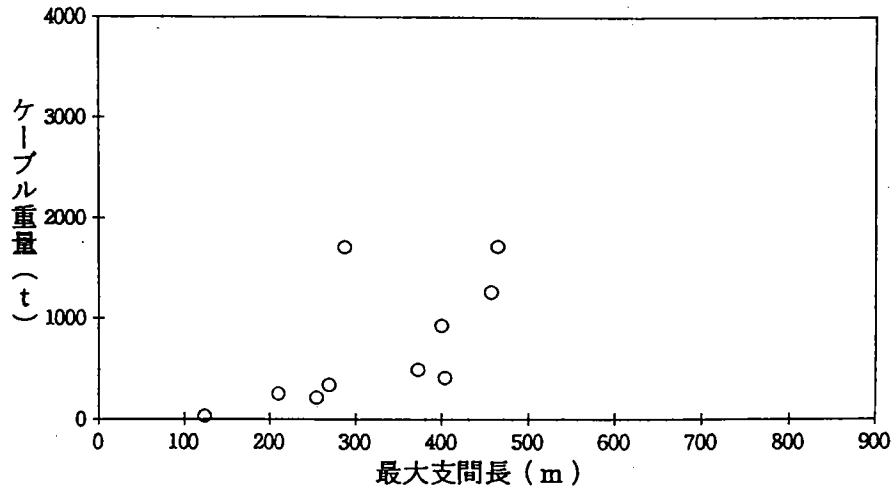
考察

鋼橋においては、1970年代までは、橋梁の規模に比較してケーブル本数が少ない傾向にあるが、1980年代以降においてはマルチケーブル化が目立つ。一方、PC橋においては、一部の特殊な橋を除き、初期の段階よりある程度のケーブル本数を配置したと考えられる。

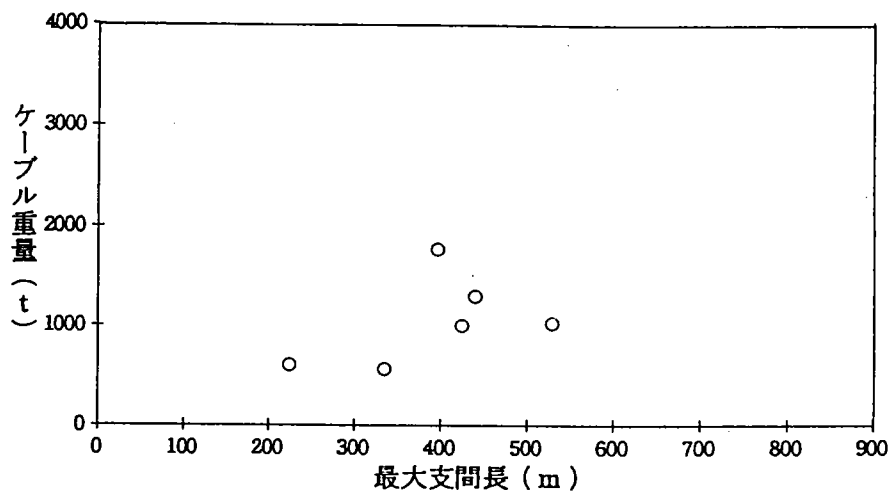
タイトル：ケーブル重量と最大支間長（3径間・2面吊り）

目的：使用材料（鋼またはPC）に起因するケーブル重量の差異を、支間長をパラメーターに選定し、グラフ化する。なお、グラフは、比較的データ件数の豊富な3径間2面吊り形式に着目し作成する。

鋼橋



PC橋



考察

鋼橋で支間長が300mを超えると、ケーブル重量にバラツキが生じる。これは国内の鋼橋と同じように斜張橋の形を選択する上で、ケーブル配置の自由度が大きく寄与しているからと考えられる。PC橋のデータは少ないが、鋼橋と同様にバラツキを生じている。

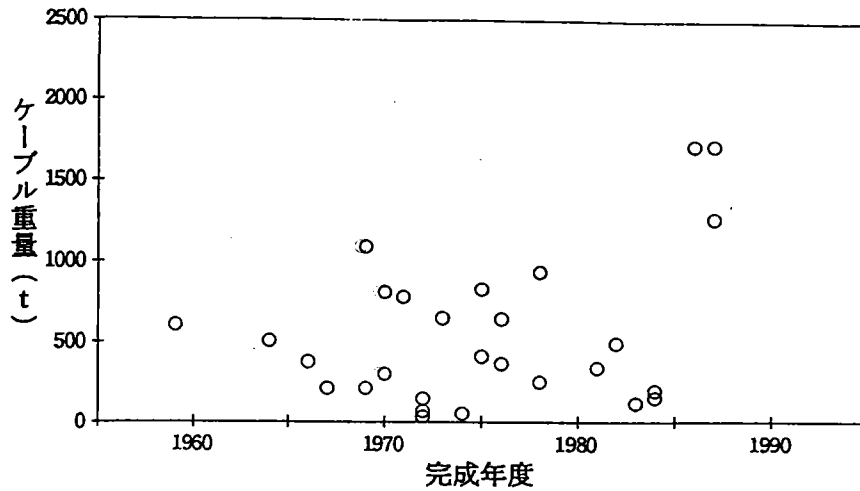
分類：ケーブル

D-5-2

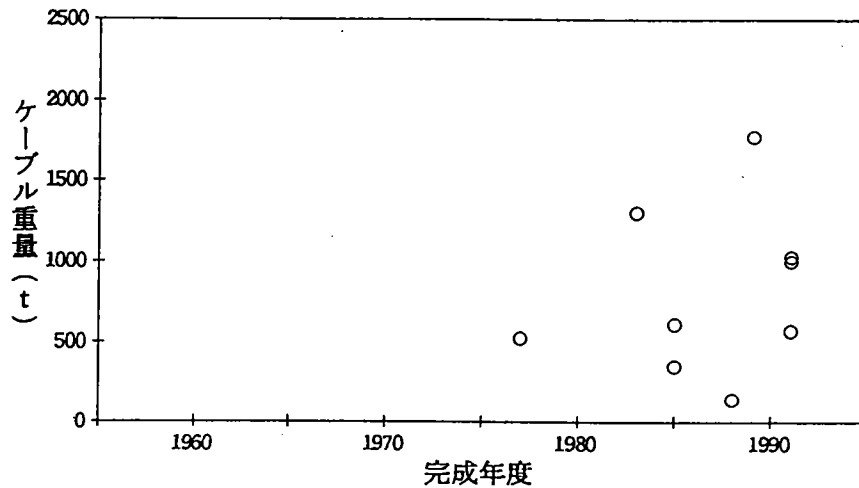
タイトル：ケーブル重量と完成年度

目的：完成年度別ケーブル重量をグラフ化することにより、ケーブル重量の推移や完成年度による傾向、特徴を把握するものとする。

### 鋼橋



### PC橋



### 考察

鋼橋のケーブル重量は、国内の鋼橋と比較してバラツキが大きく、1980年以前においても500 t以上の実績がある。PC橋のデータ数は少ないが、国内のPC橋と比較して年代に関わらず、ケーブル重量が重く、規模の大きさがうかがえる。

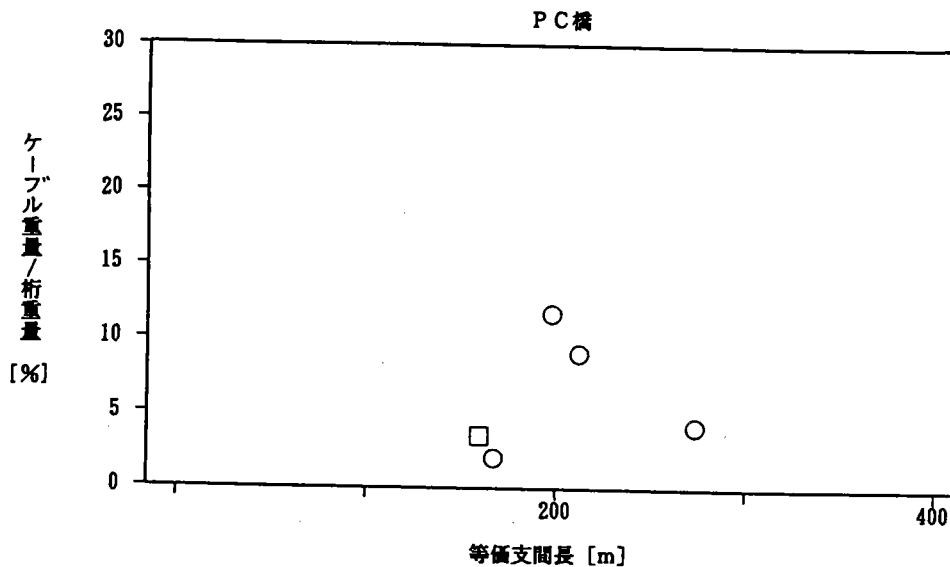
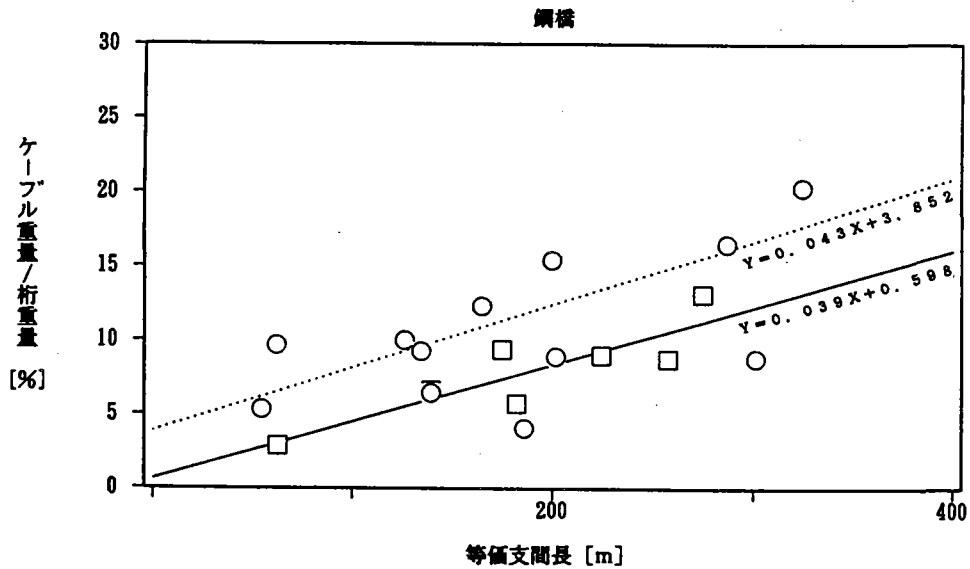


分類 : ケーブル

D-5-3

タイトル : ケーブル重量比と等価支間長

目的 : ケーブル重量と桁重量の比が、鋼とPCの使用材料の違いからどのような特徴差があるのかを、等価支間長をパラメータとして調べる。



○ ----- : 2面吊り      □ ——— : 1面吊り

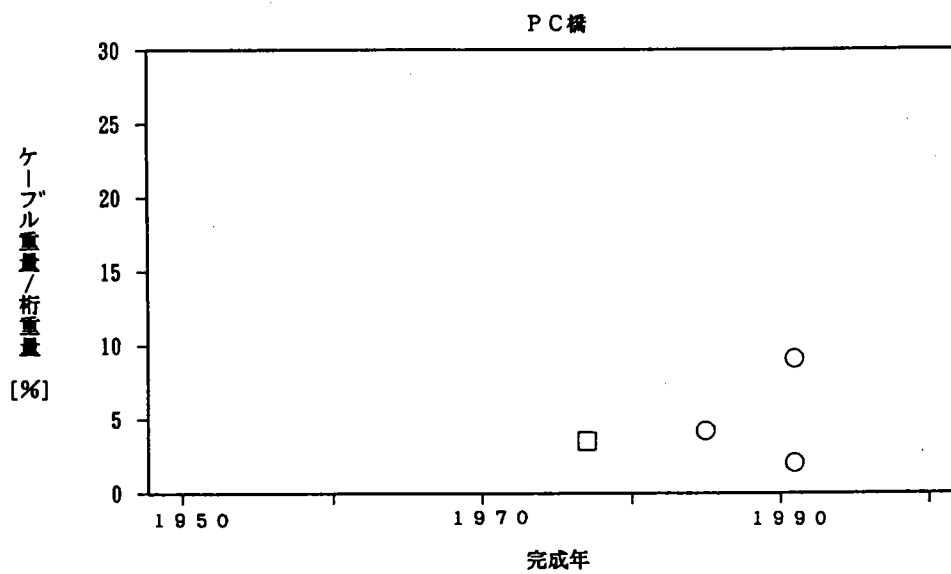
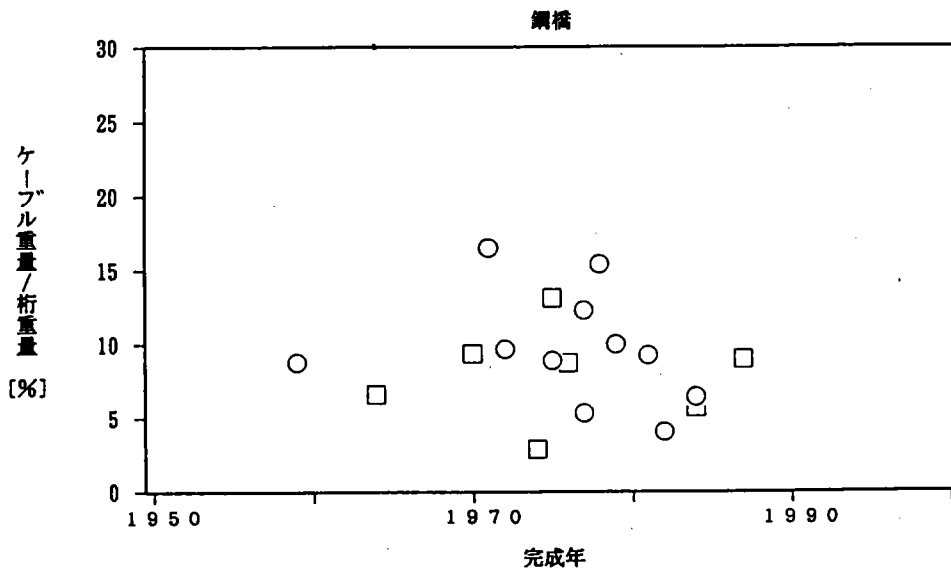
考察 : 鋼橋は、支間長が延びるのに従ってケーブル重量の割合も増える。  
1面吊りは、回帰直線にほぼ沿っているが、2面吊りは分布している幅が広い。  
PC橋は、データ数が少ない為、傾向はつかめない。

分類 : ケーブル

D-5-4

タイトル : ケーブル重量比と完成年

目的 : ケーブル重量と桁重量の比が、完成年によってどのような傾向があるかを調べる。



○ : 2面吊り      □ : 1面吊り

考察 : 鋼橋は、完成年による特徴はみられない。  
PC橋は、データ数が少ない為、傾向はつかめない。

## 使用材料の比較グラフ総括要旨

本章は、国内橋梁と海外橋梁のそれぞれについて、使用材料を主眼とした同一のパラメータをもとに、グラフ化したものである。主桁、主塔、ケーブルに着目し、鋼重（体積）、支間長、幅員、塔高等をパラメータとして、それぞれの特徴を明らかにした。また、完成年度をグラフの横軸にとることによって、斜張橋の発展の推移にも言及した。鋼橋とPC橋の比較に重点を置いているので、グラフは原則として上下に並べてあるが、海外のPC橋でデータが不足するものに対しては、鋼橋についてだけの記述にとどめた。以下においてその要約について述べる。

### (1)主桁鋼重（体積）に関して

- 1) 単位橋面積当りの主桁鋼重（体積）と最大支間長の関係において、鋼橋は支間長の増大にとともに、単位鋼重は増加しているが、PC橋においては比例関係は認められない。特に、海外PC橋では、単位体積は $0.6\text{m}^3/\text{m}^2$ 付近に集中している。
- 2) 主桁部のケーブル定着間隔については、鋼橋はばらつきが大きいですが、PC橋では、国内、海外ともに約9mである。
- 3) 国内鋼橋において、TT-43荷重の採用と長スパン化に起因して、1980年前後から鋼重の増加が認められる。国内と海外の比較においては、鋼橋、PC橋ともに国内橋梁の方が単位鋼重（体積）が大きい傾向がある。これは、設計方法の相違（地震に対する考え方の違い等）によるものと考えられる。

### (2)桁高に関して

- 1) 桁高と最大支間長の比はばらつきが大きいですが、国内橋梁の2径間においては、比較的明確な比例関係を示している。
- 2) 鋼橋において、1面吊と2面吊を比較した場合、1面吊の方が扁平率（全幅員／主桁桁高）が高い。これは、広幅員になるほど主桁の横剛性が高くなり、1面吊の採用が可能となるためと推測される。PC橋においては、桁高は1.5～3.0mの実績が多く、全幅員との相関関係は見られない。
- 3) ケーブル定着間隔と桁高の比率において、鋼橋はばらつきがあるが、PC橋では経済性と施工性が要因となって一定の比率に集中している。
- 4) 完成年度の推移にともなう桁高の増加は認められないので、長スパン化と桁高の相関関係はないと考えられる。

### (3)幅員に関して

- 1) 有効幅員と単位長さ当りの主桁重量の比率に着目すると、一定の値を示しているが、PC橋は鋼橋の3～4倍の重量となっている。
- 2) 国内橋梁においては、鋼橋、PC橋ともに完成年度が進むにつれ、幅員の大規模化が見られるが、海外橋梁においては、当初から大規模な例が見られる。

3)主桁桁高の項でも述べたように、1面吊りの方が偏平な橋梁が多い。また、有効幅員／総幅員については、2面吊りの方が、ケーブル定着部などの歩車道以外の部分が占める割合が大きくなっていることがわかる。

#### (4)主塔に関して

- 1)塔高／等価支間長の比率において、PC橋は鋼橋に比較すると支間長に対して塔高が高いことがわかる。また、鋼橋は比率にばらつきが大きい。
- 2)鋼橋においては、1980年代以降長スパン化にともない、単位橋面積当りの塔重量も増加している。
- 3)塔高の増加とともにケーブル段数は多くなるが、PC橋の方がその傾向は顕著であり、PC橋は塔高に対してケーブル本数が多いことがわかる。
- 4)1970年代は鋼製主塔の採用が約8割であったが、1980年代以降、RC製主塔の採用が増加傾向にある。
- 5)鋼桁では鋼製主塔、PC桁ではRC製主塔が多い。従って、鋼橋が一般的に塔を施工してから主桁架設を行うことが多く、PC橋は主桁の張出しに合わせて塔のステップ施工を行うことが多い。

#### (5)ケーブルに関して

- 1)鋼橋では支間長が400mを越えると、ケーブル重量にばらつきが生じる。PC橋では支間長250m以下、ケーブル重量500t以内に集約されている。
- 2)鋼橋では1980年代以降、長スパン化とマルチケーブル化の影響で、ケーブル重量が大きな橋梁が出現している。一方、PC橋のうち、国内橋梁ではケーブル重量は500t以内に集約されるのに対し、海外橋梁では年代にかかわらずケーブル重量が重く、規模の大きさがうかがえる。
- 3)ケーブル重量／桁重量についてみると、鋼橋では4%～10%に幅広く分布しており、支間長の増大とともにケーブルの割合は増加している。PC橋では3～5%前後に分布している。
- 4)PC橋における最大の有効幅員の実績は27mである。鋼橋と同様に40m～50mの有効幅員を有する橋梁を想定した場合、現在のケーブル容量の関係からケーブル段数はより多くなる方向にある。
- 5)1970年代はロックドコイルの採用が多かったのに対し、1980年代以降は鋼より線と平行線ケーブルが増加している。

#### 材料ワーキンググループ委員

村田 実 (栗本鉄工)	山本啓正 (開発コンサル)	中村聖三 (川崎製鉄)
中山良直 (川田建設)	竹村昌徳 (駒井鉄工)	板橋壮吉 (高田機工)
稲垣光俊 (トピー工業)	山本泰三 (松尾橋梁)	山下久生 (宮地鉄工)