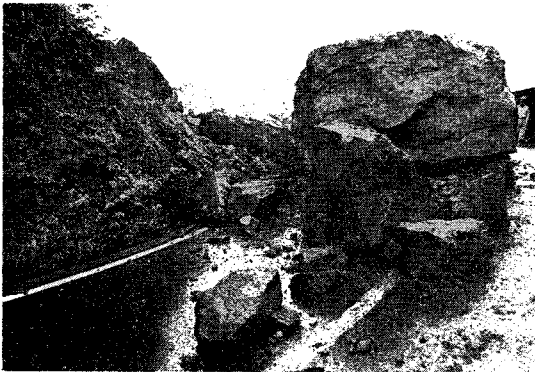


### 1974年伊豆半島沖地震の発生（口絵参照）

昭和49年5月9日午前8時33分、気象庁発表によれば石廊崎南西約15kmの海底に震源を持つ、 $M=6.8$ の地震が起こり、南伊豆町に死者・行方不明者合わせて、29名という被害を出した。この地震による被害の特長としては、南伊豆町が山間部であったため、山腹の地すべり、盛土の崩壊、落石、地盤の破壊によるものが多く地震加速度は墓石の倒壊から約 $0.6g$ という大きさの例も認められながら、その振動数が非常に高いためか、家屋も含めた構造物が振動によって壊れたと思われる例は少なかった。また、石廊崎、中木、入間地区を直線で結ぶ、活断層の存在が以前から地質学者によって指摘されていたが、それが実際に動いたということも見い出さ



松崎—雲見線の落石による道路被災

れた。

**山腹崩壊** 中木地区では、通称城畑山の山腹が高さ約50m、幅約50mにわたってすべり、25戸を押しつぶし27人の死者・行方不明者を出した。地すべりの先端は約100mすべって別の山腹にぶつかって停止したが、下敷きになった家のプロパンガスが爆発し、火災が発生した。

この部落は、ほとんどが民宿を経営しており、そのために、新建材を用いた屋根の軽い新しい家屋が多かったが、地すべりによる被害を除けば、それらは内部もほとんど被害が認められない程度であった。

**落居地区は**、石廊崎西北約9kmの海に面した民宿村であるが、ここは山腹に石垣を築いて家を建てており、それらの石垣が壊れた程度が、直接の被害であったが、部落から一步外へ足を踏み出すと、山肌の崩壊、落石によって、部落に通じる道路はズタズタという有様であった。下賀茂地区は南伊豆町役場の所在地であるが、役場に面した山腹が崩れ、落石により家屋、自動車がつぶれ道路通行が一時不可能となった。

**道路関係被害** 道路は下田—石廊崎線の一部、石廊崎—中木—入間線は各所で、南伊豆有料道路もかなりの被害を生じた。被害の特長は、切り取り部分は、のり面の崩壊、落石が主たるものであり、盛土部分は路面亀裂、盛土すべりであった。橋梁の被害は、アプローチの盛土沈下、支承の軽微な被害を除いては認められなかった。トンネルは、素掘り部分では、多少の落石、コンクリート



土蔵の多くはこのような被害を受けた・隣りの普通家屋は破壊していない



石廊崎地区・断層上の道路被災状況



(断層は写真の中央を水平方向に走っている) 石廊崎地区の基礎ずれ破壊に伴う家屋破壊

ライニング部分では亀裂の認められたケースもあった。いずれにせよ道路関係は土木構造物のうちで最も被害が多く、それも土関係に被害が集中していた。

**基礎の破壊** 入間部落では、砂地盤の上に家を建てていたために、石垣が崩れたり、砂地盤においた基礎が壊れたため破壊に至った家屋、構造物が多かった。この砂地盤は海面上 10 m 以上の高所にあり、地下水位もかなり低く、いわゆる液化の現象は認められなかったが、飽和砂ではなくても砂地盤は地震に弱いという一つの例を示したものであろう。

**その他** 水道関係は配管系が被害を受け水道は地震後 2 週間たっても復旧していなかった。より大規模広範囲な地震の場合には、給水が大問題になると思われる。港湾関係は、土砂崩れにより機能を一時的に停止したところもあったようであるが、護岸の多少の亀裂程度の軽被害であった。

**活断層の動き** 今度の地震により、石廊崎地区においては横ずれ約 40 cm、上下ずれ十数 cm の断層が見つかり、それは、石廊崎の町を縦断し、西北にのび、中木部落をかすめて、入間地区に至り約 50 cm の横ずれが確認された。確認された断層の長さは約 4 km であるが、その延長線上の海底でも岩石の破碎していることが確かめられたともいわれている。この断層は、地震の結果できたものであるのか、地震の原因になったものであるのかは、常に議論になるところであるが、今回の地震の規模の比較的小さいこと、断層の比較的最長いことなどから

これが地震の主原因となったのではないかといわれている。マグニチュードが 7 以上の地震の場合、地表に断層が現われるとされているので、今回はギリギリのところであったのであろう。

土木工学的見地からは、断層周辺の構造物の被害状況が気になるところであるが、結論的にいえば、断層周辺が特に地震加速度が大きいということではなく、構造物被害は、断層により地盤が相対的に移動し、その上にある家屋、道路、埋設物が相対変位を受けたため生じたと判断されるものであった。

その一例としては、断層が家屋の真中を横切った稲葉幸雄氏宅では、屋根瓦も落ちず、玄関の盆栽棚の数十の盆栽も落下せず、家の廊下がせん断ずれを生じているのが認められた。また、道路にも明らかな食い違いが生じていた。

以上要するに、今回の伊豆半島沖地震によって、直下型地震では加速度は大きい、橋梁、トンネル、軽い屋根の家屋など、土の破壊と関係ない構造物にはあまり地震力による被害は生じないものであり、また上下動が非常に大きかったために生じたという被害も確認はできなかった。ただ、山間部という地形も手伝って、地すべり、盛土の破壊など、土関係の被害が著しかった。

また、心配されていた活断層が現実にも動き、その線上では、かなりの強度を持った構造物も相対変位により破壊されてしまったことは、今後の構造物の耐震設計にあたって、多くの教訓を残した。

【伯野元彦 東大助教授・記】

## 広島大橋完成

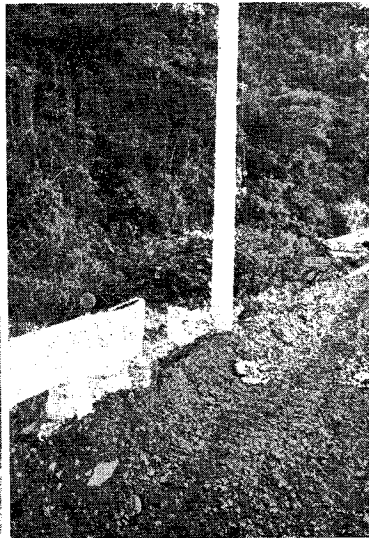
広島呉道路一期工事が 49 年 5 月 29 日供用開始となった。この道路は広島市と呉市を結ぶ一般国道 31 号のバイパスとして建設されたもので、4 車線の自動車専用道路である。

一期工事の中には海田湾を横断するため橋長約 1 km の広島大橋が含まれているが、規模の大きさと工事の困難さにおいて本工事の中核をなすものであり、本工事の象徴といえよう。

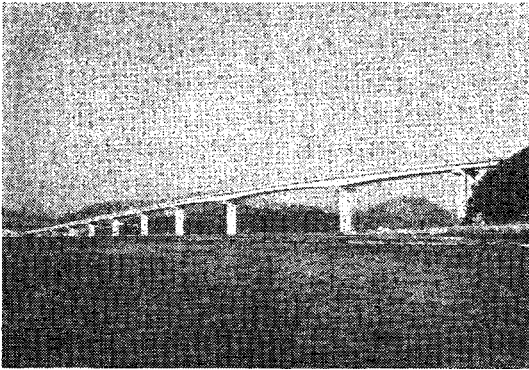
広島大橋の特徴は次のとおりである。



(盛土部分が被災している)  
中木一石廊崎間の道路被災



中木地区の電柱被災状況・根元がおれて電柱が宙に浮いている



完成した広島大橋

有料道路名：広島県道路  
 路線名：一般国道 31 号  
 工事区間：広島市仁保沖町～安芸郡坂町岡下  
 延長：3 220 m, うち橋・1 442 m (広島大橋 1 020 m),  
 トンネル・304 m, 土工・1 474 m,  
 道路規格：自動車専用道路 1 種 3 級  
 幅員・設計速度：14 m (4 車線), 80 km/h  
 工期：昭和 45 年 8 月～昭和 49 年 5 月  
 総事業費：約 81 億円

**上部工工事** 基礎地盤が極めて軟弱なことから、死荷重を軽減するため鋼床版桁橋が採用され、また、航路限界（航路幅 120 m, 航路高さ 30 m を確保するため、桁橋としては最長の 150 スパンを有する 3 径間連続桁が含まれている。本橋は水深約 15 m の海上橋梁であるが海象条件が緩やか（潮流 1 ノット、波高 1 m, 干満差 4 m）なので、現場架設としては、フローティングクレーンによって、1 スパン相当分を橋脚上に一気に据え付ける大ブロック工法を採用し、工期短縮と省力化をはかった。

**下部工工事** 下部工は橋台を除いて 10 基の橋脚がすべて海上工事であり、このうちオープンケーソン施工 8 基、ニューマチックケーソン 1 基、直接基礎（締切りによる）1 基となっている。架橋地点は水深平均 15 m でしかも海底地盤が軟弱であるところから、オープンケーソンの施工にあたり、前例のない「吊込み式工法」を採用した。この工法は、あらかじめ陸上ヤードでケーソンの大半を製作し（ケーソン全高の 60～70%）、当時としてはわが国最大の 2 000 t クレーン船により沈設地点へ海上運搬し、ケーソン自重とエアージェットによって強制的に軟弱地盤層を一気に貫通させる方法であり、ほぼ当初計画どおりの成果を収めることができた。

### 鉄筋コンクリートアーチ・外津橋開通

わが国最大の中央径間を有する鉄筋コンクリートアーチ

チ橋である外津橋が昭和 49 年 5 月 1 日完成した。

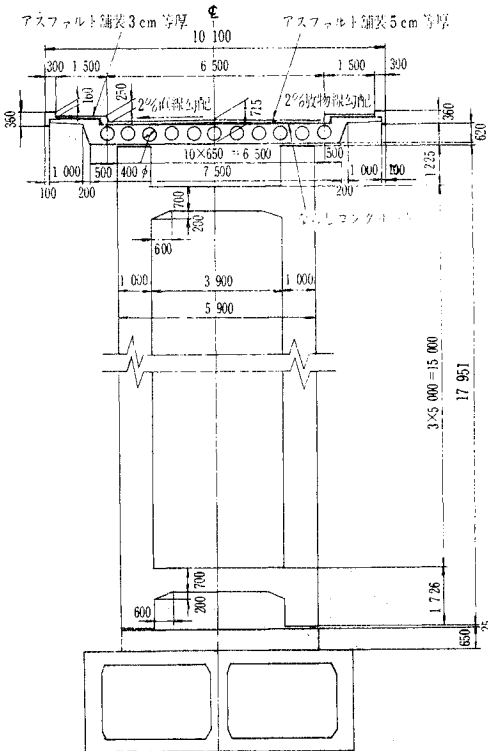
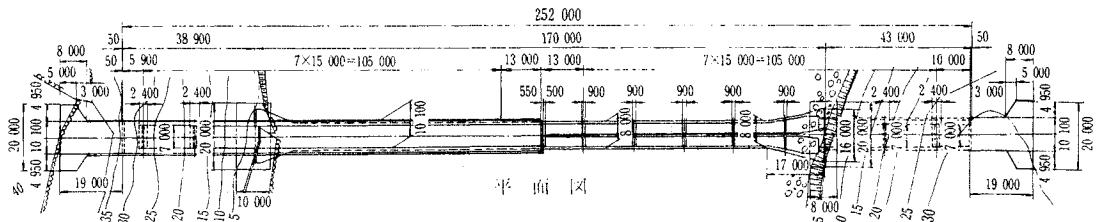
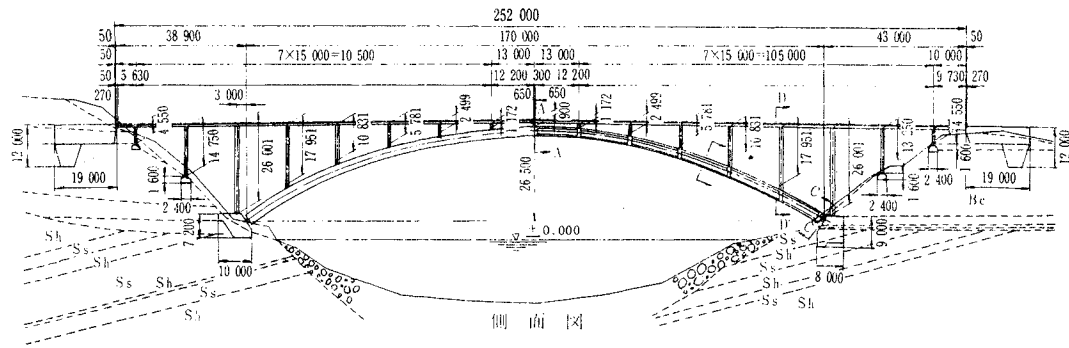
佐賀県の西北部、東松浦郡地域は通称上場地帯と呼ばれ、道路整備・農工業用水などの整備が非常に遅れている地域である。そこで、当地方の近代化の先兵として、国道 204 号線を昭和 44 年一級国道に昇格させ、昭和 45 年度から改良整備に着手した。この道路の沿線には太閤秀吉の朝鮮出兵時代の名残りの名護屋城跡、波止岬海中公園、出力 55 万 kW の玄海原子力発電所などがある。また、昭和 42 年に完成、42 年度土木学会田中賞を受賞した名護屋大橋もこの沿線にかかり、今度の外津橋の完成により国道 204 号線は完全に 1 本の道路となった。外津橋の完成により沿線各地の受ける効果は大きいものがある。

一般に、長大なコンクリートアーチ橋のわが国における施工例は非常に少なく、スパン 100 m を越すものは全く例を見ない。加えて、その少ない施工例の大部分は、支保工、あるいはセントルにより施工されているにすぎない。世界のコンクリートアーチ橋の中には本橋よりもスパンの大きなものがあるが、大部分は支保工あるいはセントルにより施工されている。外津橋の施工方法は図-2 に示すように、海上に支保工を組み立てることは困難なため、特殊な架設作業車と斜吊り PC 鋼棒、上床版施工用特殊ガーダーを使用して、片持式に架設を行った。世界的にみても片持架設工法によったものも二、三の例があるが、これもアーチリブを閉合してから上床版を架設しており、本橋のように、アーチリブ、橋脚、上床版を同時に施工した例は全くない。

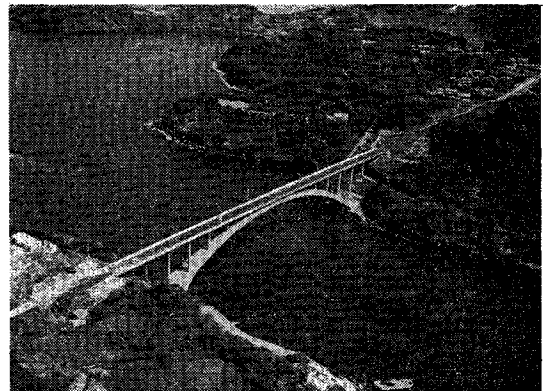
本橋の着工は昭和 47 年 4 月、アーチリブは昭和 48 年 4 月に工事開始、同年 12 月にスパン 170 m のアーチ中央部も、海上にて最終コンクリート打設を行って閉合された。以後、スパン中央付近の上床版施工、斜吊鋼棒の取外し工程に入り、昭和 49 年 4 月に完成したものである。

外津橋の諸元は次のとおりである。

事業名：橋梁整備事業（公共）  
 路線名：一般国道 204 号  
 工事箇所：佐賀県東松浦郡玄海町外津～鎮西町串  
 総事業費：約 5 億円  
 橋格：一等橋 TL-20  
 橋長：252 m (中央スパン 170 m)  
 幅員：9.5 m (車道 6.5 m 歩道 1.5 m・両側)  
 形式：鉄筋コンクリート 2 ヒンジアーチ橋  
 橋面舗装：アスファルト舗装 5 cm 厚  
 縦断勾配：1.5% 放物線  
 横断勾配：車道部 2% 放物線、歩道部 2% 直線  
 計画交通量：自動車 2 800 台/日、歩行者 760 人/日 (昭和 60 年)



D-D断面図  
図-1 外津橋一般図



竣工した外津橋 (昭和 49 年 5 月 1 日)

設計震度：水平  $K_H=0.15$

反力 { 橋台 { 架設時最大水平力 4 268 t (常時)  
完成時最大水平力 234 t (地震時)  
アーチアバット { 架設時アーチ軸力 4 918 t  
完成時アーチ軸力 6 618 t

コンクリート強度：

アーチコンクリート  $\sigma_{28}=400 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_{ca}=130 \text{ kg/cm}^2$

橋台，フーチングコンクリート

$\sigma_{28}=240 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_{ca}=80 \text{ kg/cm}^2$

上床版コンクリート  $\sigma_{28}=400 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_{ca}=130 \text{ kg/cm}^2$

橋脚コンクリート  $\sigma_{28}=400 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_{ca}=133 \text{ kg/cm}^2$

航路限界：壱望平均満潮位上高さ 20 m，幅 80 m

橋梁中心道路標高：33 473 m

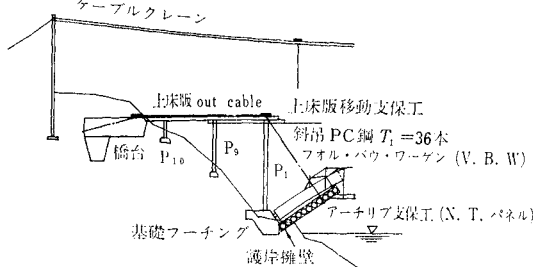
主要資材：コンクリート 1 万 1 000 m<sup>3</sup>

PC鋼棒 249 t (うち 190 t 仮鋼棒)

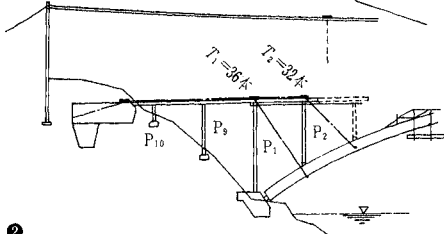
鉄筋 550 t

工期：着工 昭和 47 年 4 月，完成 昭和 49 年 5 月  
施工：住友建設 (株)

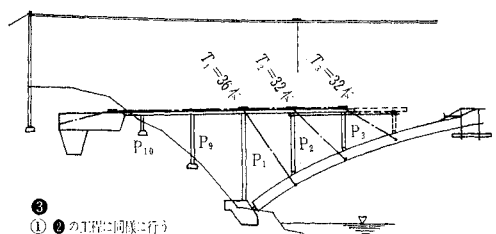
# ニュース



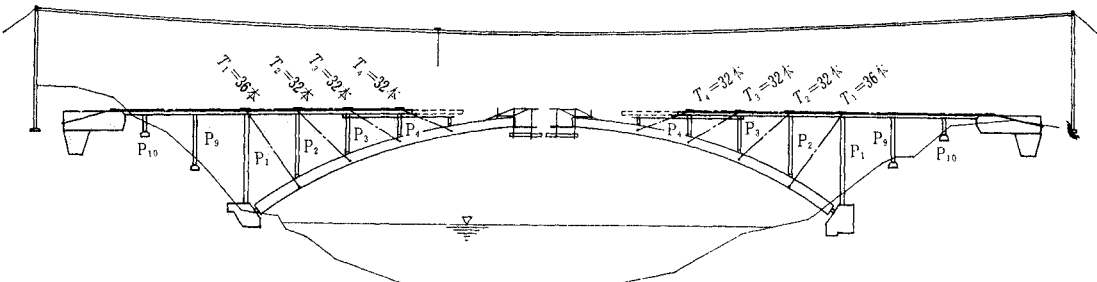
- ① 橋台、基礎フーチング、橋脚フーチング掘削
- ② 側部間部橋台、フーチング打設および橋脚打設
- ③ 橋台P10橋脚間上床版打設用移動支保工設置
- ④ 上床版移動支保工を前進させ側部間部を完成
- ⑤ 上床版 out cable 76本設置
- ⑥ アーチリブ管(φ655)の設置
- ⑦ 斜吊 PC 鋼体 T1 (36本) にアーチリブ支保
- ⑧ 工を吊り下げる
- ⑨ アーチリブ支保目開打設
- ⑩ アーチリブ out cable 72本配置
- ⑪ アーチリブ支保工 (NTパネル) 撤去
- ⑫ ティビタック式ウォールバウゼンをアーチリブに設置



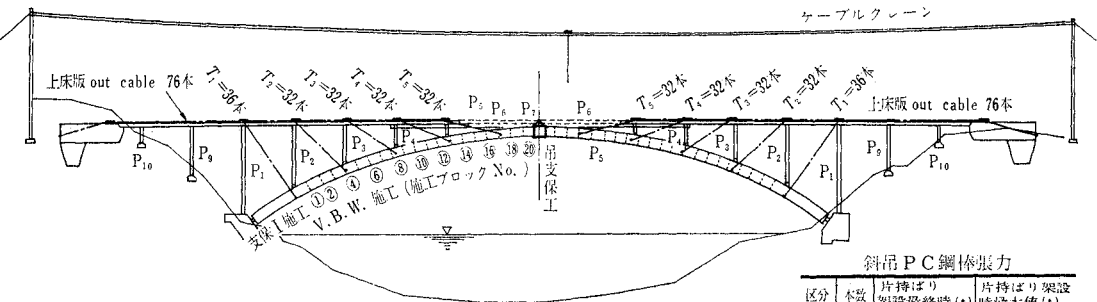
- ① アーチリブを片持ちばりとして V. B. W 施工
- ② アーチリブ前進と同時に P2 橋脚打設
- ③ 上床版移動支保工前進させ P1-P2 間上床版打設
- ④ アーチリブ施工ブロック No. ⑤ を打設完了後 V. B. W 前進
- ⑤ ④ の時点で斜吊 P. C 鋼体 T2 (32本) 設置
- ⑥ 上床版 out cable も同時に設置
- ⑦ V. B. W 前進毎に上床版 out cable 橋台後部で張設



- ① ② の工程と同様に行う
- ② V. B. W 前進、コンクリート打設
- ③ アーチリブ out cable 緊張定着
- ④ 斜吊 PC 鋼体 T3 (32本) 設置
- ⑤ アーチリブ施工ブロック撤去、上床版を施工
- ⑥ 上床版埋込 PC 鋼体緊張定着
- ⑦ 上床版 out cable 設置



- ① アーチリブは架設時に PC 構造、完成時に RC 構造となり、上床版は PC 連続ホースラップである
- ② アーチリブおよび材床に PC 鋼体を out cable として用い、鋼骨材として PC 鋼体を用いる (架設用仮鋼骨)
- ③ アーチリブは架設作業車 (ウォールバウゼン) 施工とし、上床版は移動支保工施工とする (V. B. W 施工ブロック 3.5m)
- ④ 斜吊 PC 鋼体 (T1~T6) は緊張管理は行わず、上床版 out cable は橋台後部で緊張定着する
- ⑤ 上床版埋込 PC 鋼体は支点 (橋脚橋頭) より 4 m 橋脚側の横荷位置で緊張定着する
- ⑥ PC 鋼体はすべて S B P C φ 33 mm 50/120 を用いる



- ① ② ③ の工程と同様の施工法を行う
- ② 斜吊 PC 鋼体 T3 (32本) 設置
- ③ 斜吊 PC 鋼体 T4 (32本) 設置
- ④ アーチリブ施工ブロック No. ⑤ までワーゲンを施工を行う
- ⑤ P2 橋脚、P1-P2 間上床版まで打設

- ① アーチクラウン部 2 496 m を残し V. B. W 撤去
- ② アーチクラウン部用支保工施工を行う
- ③ 橋体残部 P6-P7 橋脚、P7-P8-P9 間上床版施工
- ④ 仮鋼骨 (斜吊 PC 鋼体上床版アーチリブ out cable) 撤去
- ⑤ 上床版移動支保工、作業車撤去
- ⑥ 橋面施工
- ⑦ 橋体完成

斜吊 PC 鋼棒張力

区分	本数	片持ちばり架設最終時 (t)	片持ちばり架設時最大値 (t)
T <sub>1</sub>	36	1 964 (54.1)	2 126 (59.1)
T <sub>2</sub>	32	1 115 (34.9)	1 124 (35.1)
T <sub>3</sub>	32	1 290 (40.3)	1 290 (40.3)
T <sub>4</sub>	32	1 026 (32.1)	1 037 (32.4)
T <sub>5</sub>	32	251 (7.8)	275 (8.6)

注: ( ) 内 1 本当り張力。

図-2 外津橋架設工程図