

バイパス工法による主桁応力の経時変化調査

大阪管理部	大阪第一維持事務所	原 田 耕 一
大阪第一建設部	調 査 課	中 本 覚 孝
大阪管理部	大阪第一維持事務所	山 本 昌 孝

要 約

平成4年度、路下点検調査により、大阪府道高速大阪池田線（環状線）の本町出路にて、ジョイント部からの漏水に起因すると思われる主桁母材の腐食が報告されたため、「バイパス材を用いた鋼桁補修工法」（以下、バイパス工法という）による補修を行うこととなった。

バイパス工法とは、仮受ペントを用いることなく、鋼I主桁の損傷部を跨いで補助部材（以下、バイパス材という）を設置し、損傷部を除去して主桁に作用していた応力を一時的に迂回させて新部材を取付け、ほぼ原形に復旧する工法である。

本工法は、過去に環状線湊町で初めて施工されたもので、事前に模型実験等により有効性、施工性、安全性等の確認が行われているが、施工は直上の一車線を交通規制し、また、主桁応力軽減のため側径間部にカウンターウェイトを置く等の安全対策も同時に実施された。本来、バイパス工法は、本線上の交通規制はもとより、路下の規制も最小限で補修を行うことを目標としたものである。

今回の施工は、前回の検討結果を踏まえ、本来目標であるランプ上の交通荷重を開放した状態で本工法を実施し、各ステップ毎の応力の伝達状況を把握し、バイパス工法の有効性、安全性の確認を行ったので、この結果について報告する。

キーワード：バイパス工法、鋼桁の腐食、応力測定、補修工事、経年変化

1 まえがき

近年、全国的に道路構造物の損傷・劣化が複数報告されている。当公団でも同様の調査結果が報告されているが、阪神高速道路は関西経済圏をネットする自動車交通を支える路線として重要な役割を担っており、補修・補強工事を実施する度に高速道路上あるいは街路の通行止めを行うことは事実上不可能であり、交通規制により施工を実施していることは周知の通りである。しかし、交通

規制は、渋滞を誘因する実情に鑑み、交通規制のない供用下での道路の本体構造物の補修工事を実施する工法が検討されているところである。その一工法に「バイパス工法」があり、過去に環状線湊町の実橋にて補修工事が実施された。しかし、先の施工は実橋への初めての採用でもあり、交通規制下で行われた。

平成4年度、路下点検調査により、大阪府道高速大阪池田線（環状線）の本町出路にて、ジョイント部からの漏水に起因すると思われる主桁母材

の腐食が報告されたため、前回の施工実績を踏まえ、完全供用下でのバイパス工法による補修を行うこととなった。

本文では、バイパス材及び主桁補修部付近の応力に着目し、完全供用下でのバイパス工法施工中の応力の経時変化を測定することによって、本工法の実施工での適用性を確認したので、これら一連の施工報告を行うものである。

2 バイパス工法の概要

バイパス工法のフローを図-1に示す。本工法は、水平・垂直補剛材の取付けから下フランジカバープレート取付けまでの6ステップに分けられ、交通車両供用下での主桁切断時の応力をバイパス材によって一時的に迂回させ、この間に主桁損傷部分を切断し、新規部材に取替える工法である。

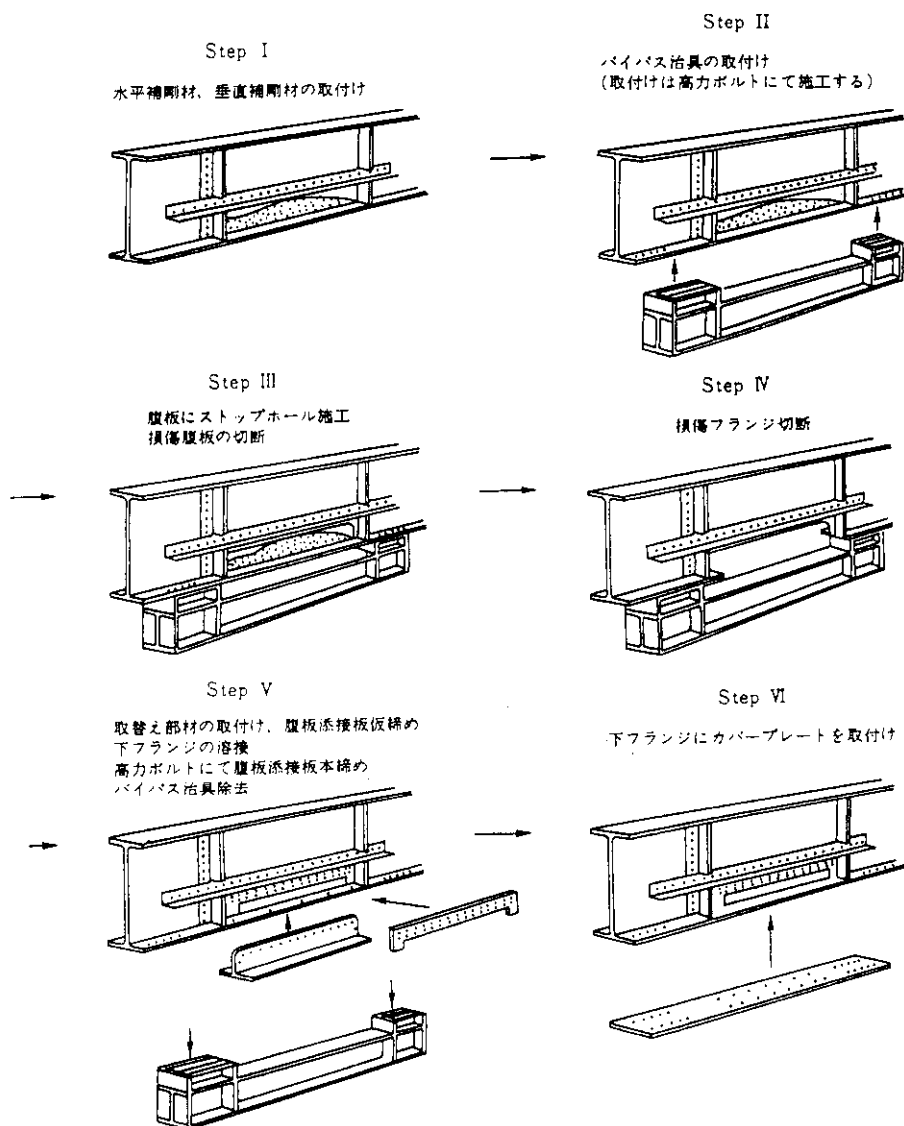


図-1 バイパス工法のフロー

3 バイパス工法による主桁応力の 経時変化調査

3-1 調査対象橋梁

調査対象橋梁の位置図及び一般構造図を図-2
及び図-3に示す。

調査対象橋梁となる本町出路 (G5 ; P5~P6, G6 ; P6~P7) は、鋼合成単純 I 桁橋 (3主桁) であり、床版は RC 床版で鋼板接着による補強が行われていた。

また、対象径間の内 P5~P6間は標準部であるが、P6~P7間は拡幅のため縦桁である。



図-2 調査位置図

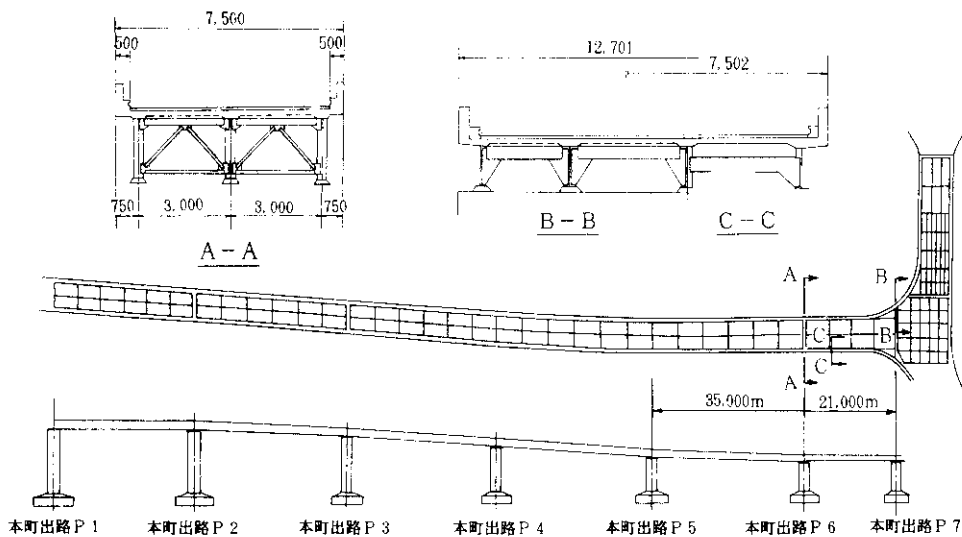


図-3 本町出路一般図

3-2 主桁の損傷状況

P5～P6間の損傷は、写真-1、2に示すように床版からの漏水により発生した鋼桁の腐食が、主桁下フランジ及びウェブまで進行したものであった。また、水切り部からの漏水により主桁外側にも腐食箇所が見られた。

一方、P6～P7間の損傷も写真-3に示すように床版からの漏水による腐食は、垂直補鋼材及び主桁下フランジ、ウェブ下端において見られた。



写真-1 損傷状況 (P5～P6)

3-3 主桁応力の経時変化調査

3-3-1 目的

昭和61年3月に大阪府道高速大阪池田線（環状線）〔大阪市浪速区湊町〕の本線主桁部の補修工法として、初めてバイパス工法が採用され、事前に実験室レベルでの主桁とバイパス材の応力伝達状況、現場溶接の可否が確認され、又、施工後の溶接部分の追跡点検が行われた²⁾。

これを受けて本調査では、平成5年1月本町出路（環状線）でバイパス工法による補修工事を実施する際、当公団初の交通車両供用下での主桁とバイパス材の応力の経時変化（すなわち、損傷部切断時はバイパス材へ、フランジ溶接後は新しいフランジに応力が転化されるか）を測定し、本工法の交通車両供用下での施工の適用性を確認することとした。



写真-2 損傷状況 (P5～P6)

3-3-2 測定項目及び調査方法

バイパス工法の応力の流れは、各施工段階における各部位で測定したひずみから応力に換算した。また、換算に必要な温度補正を行うために同時に温度測定も行った。

調査は各施工段階によっても異なるが、応力測定用のひずみゲージを合計13箇所、温度測定用のセンサーを合計14箇所に取付け、電気信号に変換して記録する。測定箇所は、以下のとおり（図-4参照）で行った。



写真-3 損傷状況 (P6～P7)

a) いずみ測定

①水平補剛材	2箇所	測点	(7, 8)
②主桁下フランジ	6箇所 (損傷切断箇所2箇所含む)	"	(1~6)
③新規部材下フランジ	2箇所	"	(3, 4)
④バイパス部材上フランジ	1箇所	"	(9)
⑤バイパス部材下フランジ	2箇所	"	(10, 11)

b) 温度測定

①水平補剛材	2箇所	測点	(7, 8)
②主桁下フランジ	6箇所 (損傷切断箇所2箇所含む)	"	(1~6)
③新規部材下フランジ	2箇所	"	(3, 4)
④バイパス部材上フランジ	1箇所	"	(9)
⑤バイパス部材下フランジ	2箇所	"	(10, 11)
⑥外気温	1箇所		

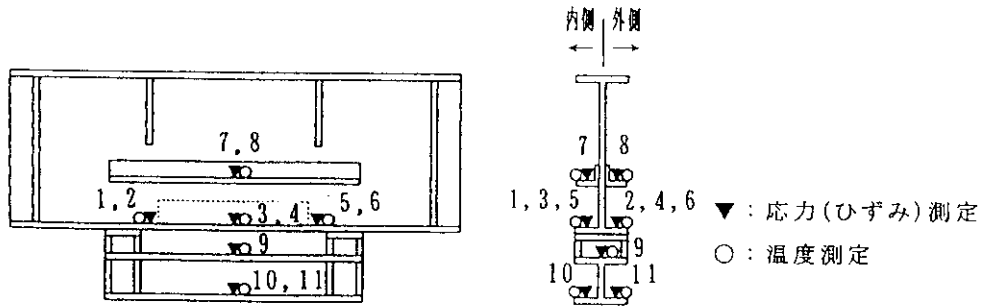


図-4 応力及び温度の測定箇所

3-4 調査結果

3-4-1 本町出路G5 (P5~P6径間)
の応力測定結果

1) 主桁下フランジの応力測定結果

施工段階毎の主桁下フランジの応力測定結果は図-5の通りであるが、以下の結果を得た。

なお、以下の評価は、応力測定と同時に行った温度測定結果に基づき、現場溶接に伴うひずみ測定計器の補正は必要ないものと判断したので、応力測定結果のみによるものとした。

①主桁下フランジの切断に伴い、各測点に徐々に圧縮応力が作用し、切断完了時点では、多少バラツキはあるもののおよそ $750\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ 前後の応力が開放されていた。

②新規部材の溶接に伴い、開放応力は、溶接途中段階で切断前の初期状態に戻り、ウェブボルト締付け完了時点で引張応力が生じていた。

③フランジ溶接完了及びウェブボルト締付け完了後に導入された引張応力は、測点によってバラツキがあり、P5側測点(1,2)では $700\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ 前後、P6側測点(5,6)では $1200\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ 前後、新規部材測点(3,4)では両者の平均的な $1000\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ となっていた。なお、この時に、P5側とP6側で引張応力に差が生じた原因として、開先の形状やルート間隔が異なっていたためと考えられる。

- ④バイパス材を撤去すると、溶接により生じた引張応力が初期状態に比べ過剰に生じた。
- ⑤下フランジ切断時に開放される応力（ $-750 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ ）を死荷重応力と仮定すると、工事完了後最終的に主桁には約 $1500 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ （ $\approx 800 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2 + 750 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ ）の応力が作用していることになり、許容応力 $1900 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ の79%程度を占めることになる。

2) バイパス材の応力測定結果

施工段階毎のバイパス材における応力測定結果は図-6の通りであるが、以下の結果を得た。

- ①主桁下フランジ切断に伴い、水平補剛材(7,8)には、主桁に作用していた引張応力がバイパス材に移行して行く状態が見られ、切断完了時点では約 $300 \text{ kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ の応力が移行していた。

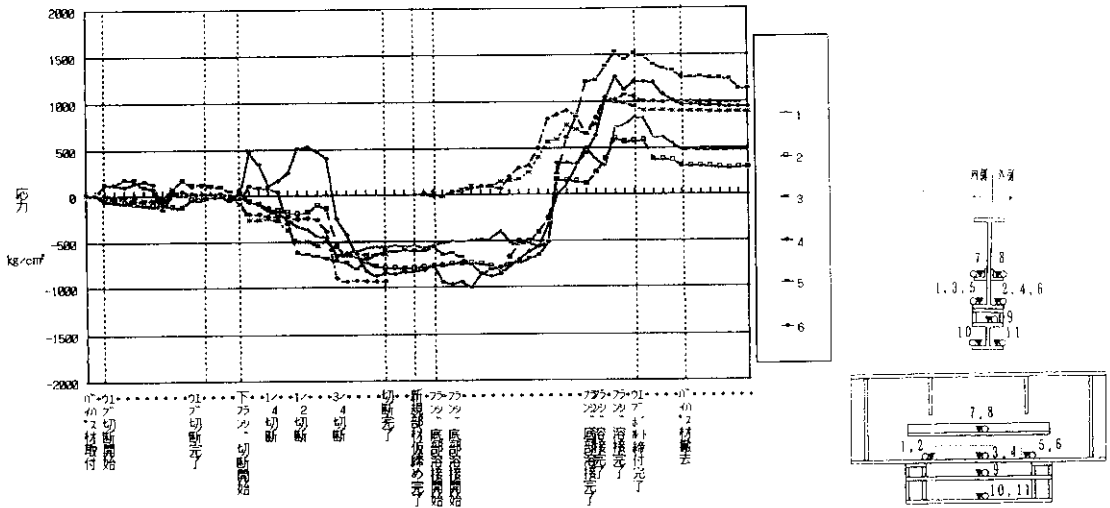


図-5 主桁下フランジ応力測定結果

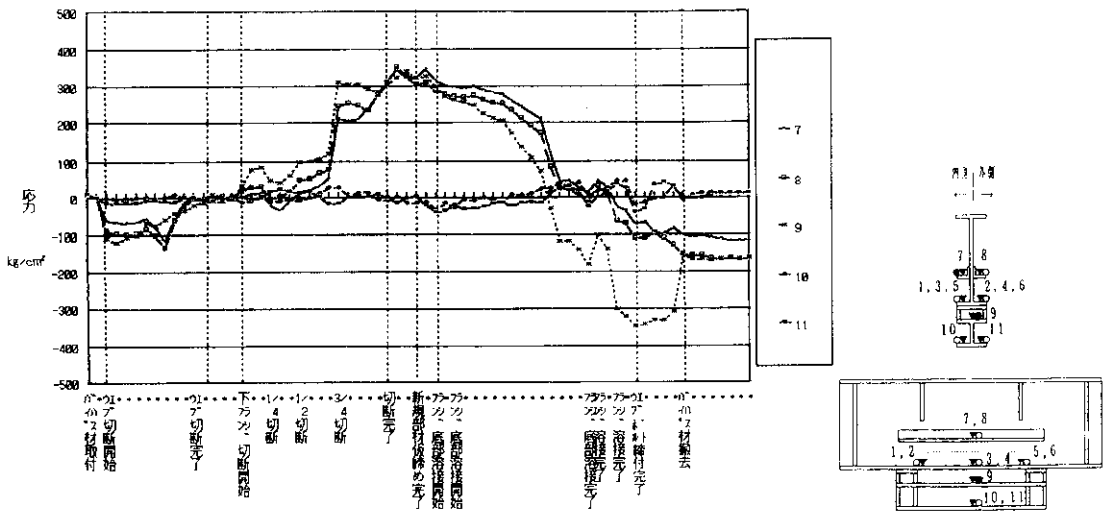


図-6 バイパス材の応力測定結果

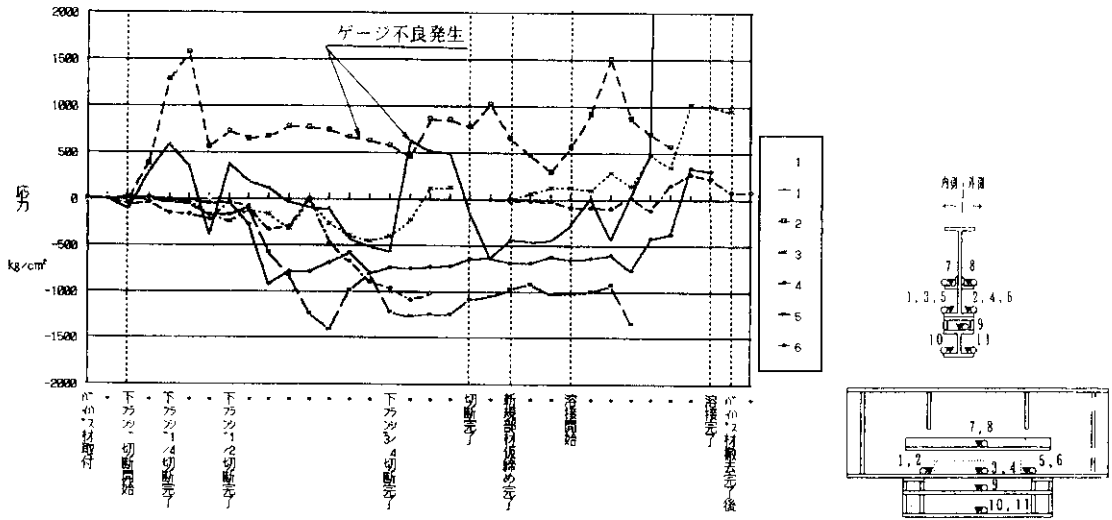


図-7 主桁下フランジの応力測定結果

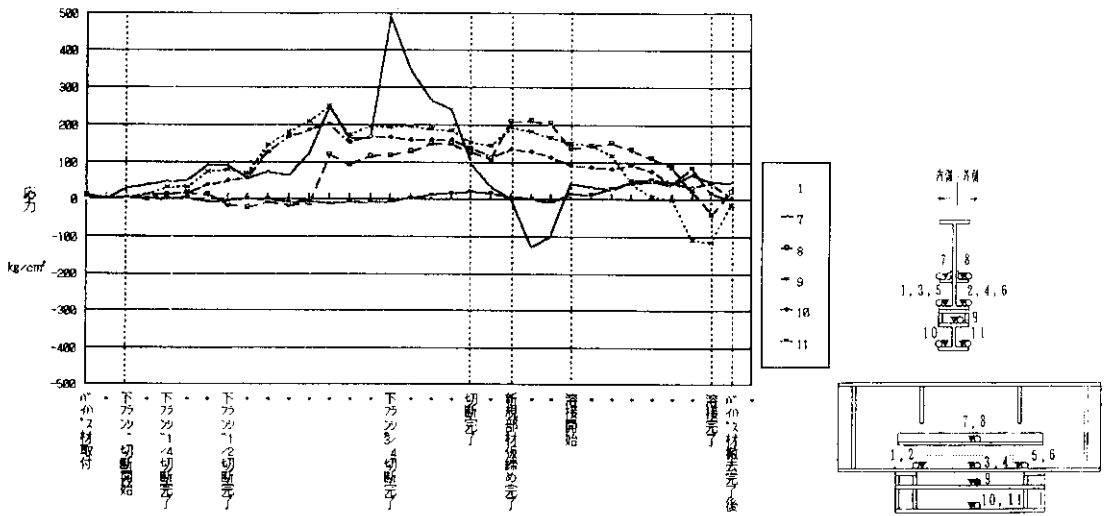


図-8 バイパス材の応力測定結果

- ②バイパス材上フランジ(9)も水平補剛材とほぼ同じ応力の流れとなっており、切断完了時点で約 $300\text{kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$ の応力が主桁から移行していた。
- ③新規部材溶接に伴い、バイパス材に移行した主桁の応力は、再度主桁へ逆移行する状況が計測されている。溶接完了時点では水平補剛材(7,8)には初期値($0\text{kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$)に比べ $100\text{kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$ 程大きな圧縮応力が導入されている。また、バイパス材上フランジ(9)においても溶接により応力の再移行が見られ、溶接途中で初期値に戻り、溶接完了時点では $300\text{kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$ 程の過圧縮応力が作用していた。
- ④バイパス材下フランジ(11)は、切断時及び溶接時に $\pm 20\sim 30\text{kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$ 程度の応力しか作用しておらず、若干バイパス材の部材断面が安全側にあると思われた。

3-4-2 本町出路G6(P6~P7径間)の応力測定結果

G6(P6~P7径間)は拡幅桁のため途中で変曲点があり、主桁とバイパス材とが並行に設置されていないことに起因すると思われる開放応力の偏心により桁の内側と外側で異なった応力状態が観測された。しかし、全体的には下フランジ及びバイパス材応力測定結果共に、桁下直下の交通荷重が少なかったため測定値は小さかったが、G5(P5~P6径間)とほぼ同様な傾向を示しており、良好な結果が得られた。

4 あとがき

以上、本町出路を対象とした「バイパス工法」施工時の主桁応力の経時変化調査を行った。

調査結果によると、主桁切断に伴う死荷重応力の開放分は、水平補剛材及びバイパス材にうまく移行伝達され、さらに新規部材の溶接に伴い、バイパス材から主桁へ応力は再移行するという「バイパス工法」の設計思想通りの応力の流れを確認した。ただ、振動のある供用下の溶接であることから「供用下にある鋼構造物の溶接施工指針(案)」(平成4年6月、(社)日本鋼構造協会)により施工したところであるが、新規部材が現場合わせとなることから溶接時のルート間隔や開先形状が一様に出来なかったため、溶接完了時に主桁へ導入される引張応力にバラツキが見られたり、過引張応力(死荷重応力+溶接による引張応力の合計が許容応力の79%を占める)となっている。

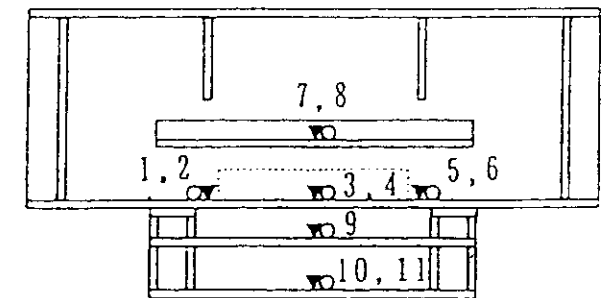
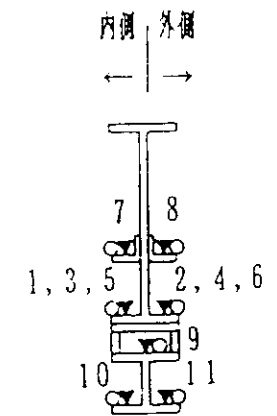
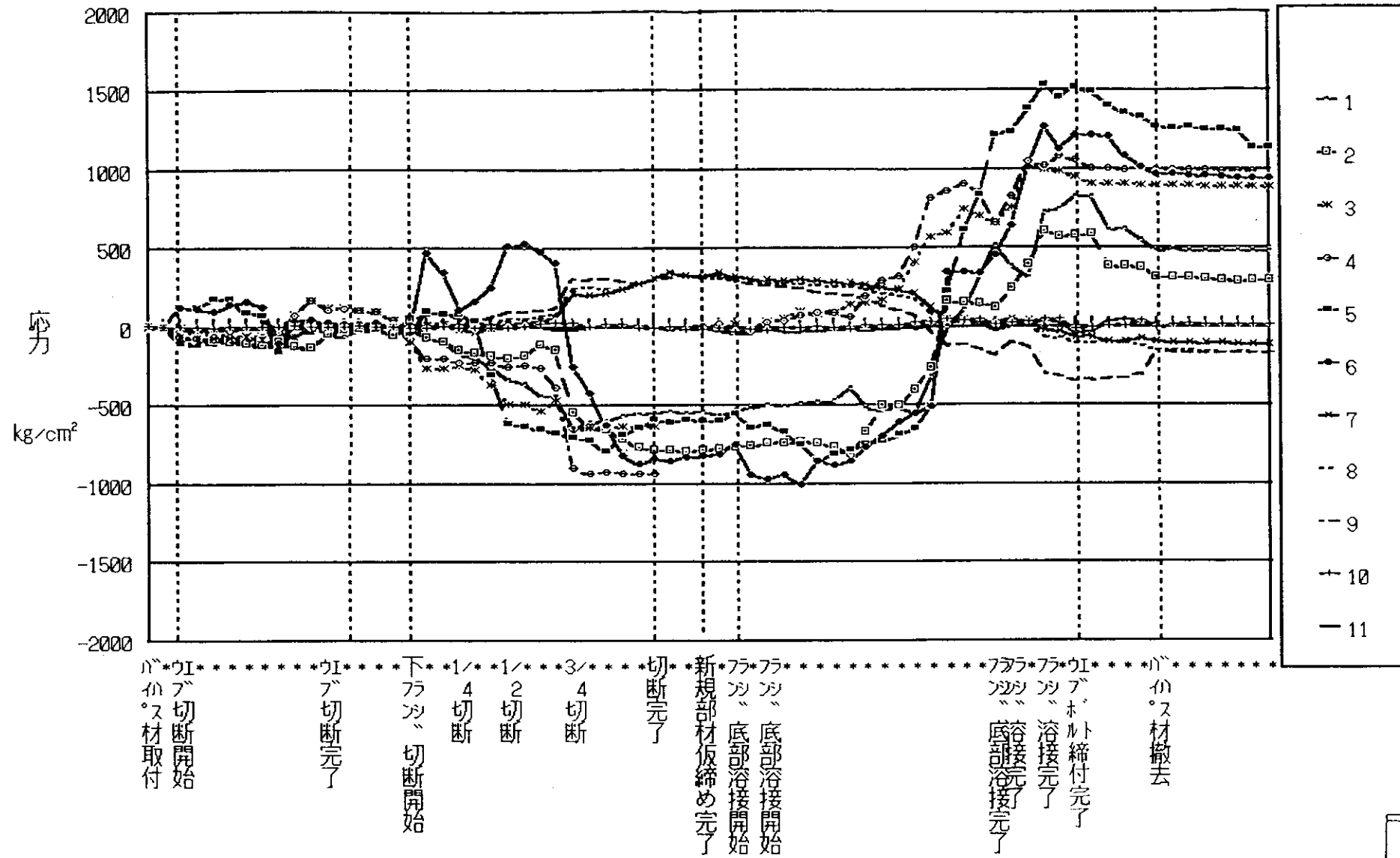
今後、

- ①溶接時のルート間隔をできるだけ小さくする。
- ②ルート間隔、開先形状を全断面にわたって一様になるようにする。
- ③振動条件下の溶接となるため、溶接割れに注意する。

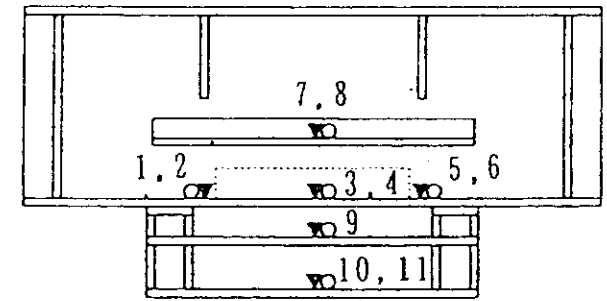
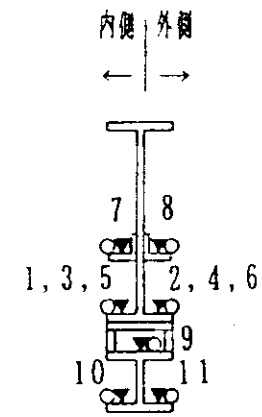
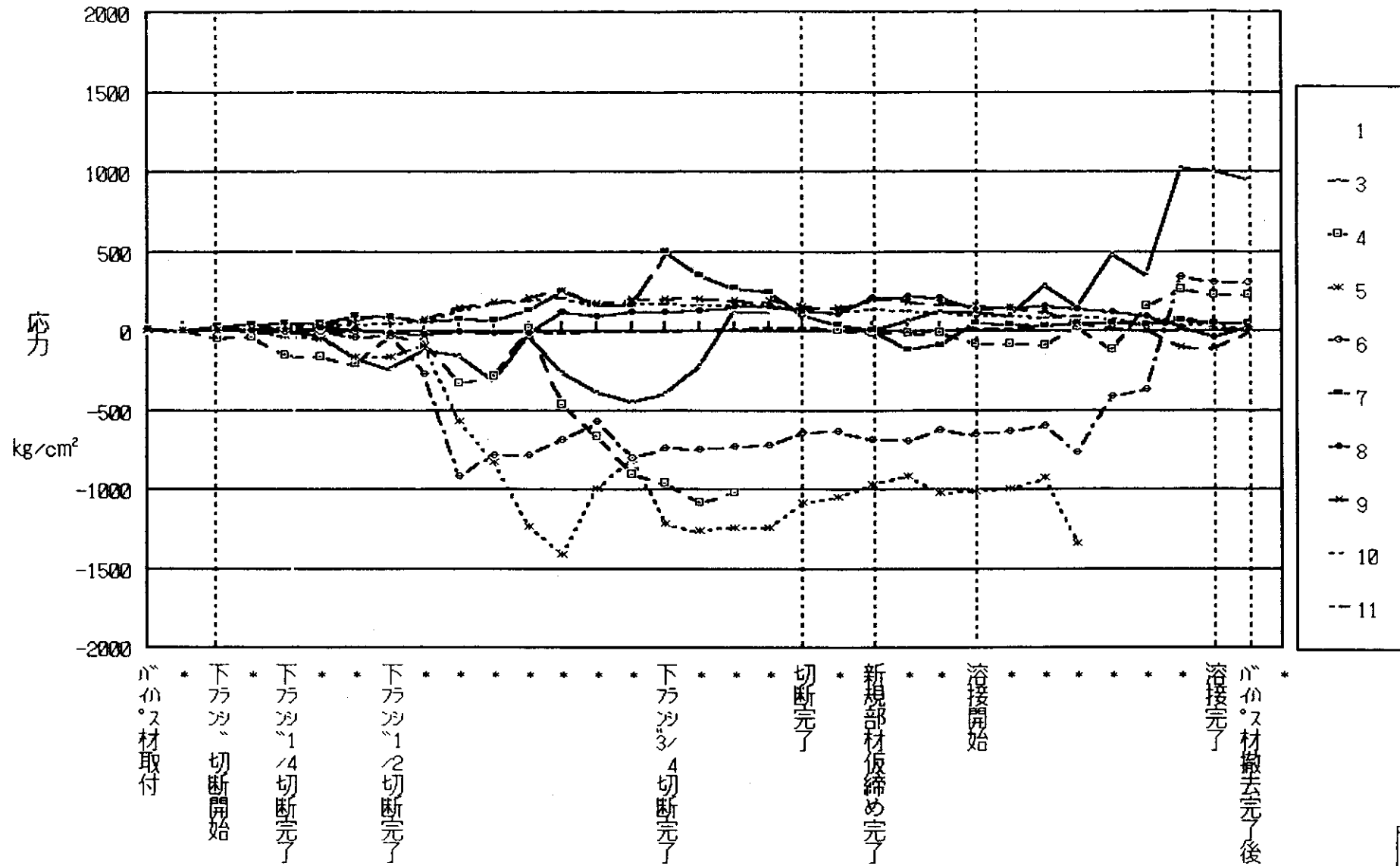
等に留意すれば、活荷重応力が大きい本線においても「バイパス工法」は十分適用可能であると言える。

参考文献

- 1) 河野紀利、中村一平、藤井康男：補助部材を用いたバイパス工法による鋼I主桁補修，阪神高速道路公団技報第7号，1987.3
- 2) 池田圭一、堀川浩甫、中本 覚：供用下に於ける鋼桁腐食部の溶接による補修，土木学会第41回年次学術講演会，1986.11



付録-1 応力変化の概要 (P5~P6径間)



付録-2 応力変化の概要 (P6~P7径間)