

鋼 I 桁支点部における横溝ガセット取付部 付近の損傷と補修

大阪管理部 大阪第二維持事務所 松本雅治
同部 同事務所 木代穰
同部 調査設計課 中村一平

要 約

構造物の定期点検で、鋼桁に亀裂損傷が発見された。損傷箇所は湾岸線大阪港出路の3主桁（I桁）橋で、中間支点部の下横溝ガセット取付部付近で、損傷部については、詳細な調査を行い、亀裂の程度、状況等を調べた。

本橋は曲線I桁であるが、設計上は上、下横溝で閉じられた準箱桁と考えられている。そのため、横溝にはねじりモーメントによる軸力が大きく作用している。この軸力がガセット部を通じて主桁腹板を強く押している。したがって、亀裂は活荷重による疲労亀裂で進展性のものであると考えられ、早急な補修が必要であると判断された。

本橋を補修するにあたり、「支保工を設置せず、一車線通行を確保する」という条件があり、補修方針としては、当初の設計解析系を変更しないよう横溝を補強して橋体のねじり剛性を減じないよう考慮した。そして、亀裂損傷部のうちガセット部は新材と取替え、主桁腹板部についてはガウジング後、肉盛り溶接にて補修した。

まえがき

本論文で報告する損傷事例は、（財）阪神高速道路管理技術センターにより行われている定期点検で発見された鋼桁の亀裂損傷である。

本損傷は昭和59年10月下旬に定期点検で発見され、その後、詳細な調査・点検を行った。この点検結果と設計計算結果等をもとに補修方法を検討し、昭和60年1月から3月にかけて補修工事を実施した。

本論文では、次に示す内容について詳述する。
対象とする鋼桁の損傷部にみられる亀裂につい

て、各種の試験を行うことによりその亀裂の状況、程度等を検討した。また、損傷部の調査・点検結果および解析結果等をもとに、亀裂発生の原因について推定を行い、その結果、早急に補修する必要があると判断された。

補修の方法は亀裂の発生原因、本橋の構造的特徴、施工条件等を考慮することにより施工計画をたて決定した。

1. 損傷部の調査および損傷状況

1-1 対象橋梁

大阪府道高速湾岸岸線の大阪港出路（図-1参照）P-1橋脚上の中桁支点部下横構ガセット取付部付近に亀裂が発見された（写真-1）。

当該橋梁は図-2に示すような、RC床版単純合成一桁の3主桁橋で、昭和47年～49年に設計・施工され、昭和49年7月15日に供用開始されたものである。

橋梁諸元を表-1に示す。

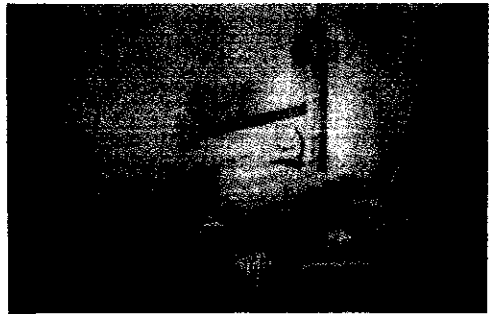


写真-1 亀裂発生部

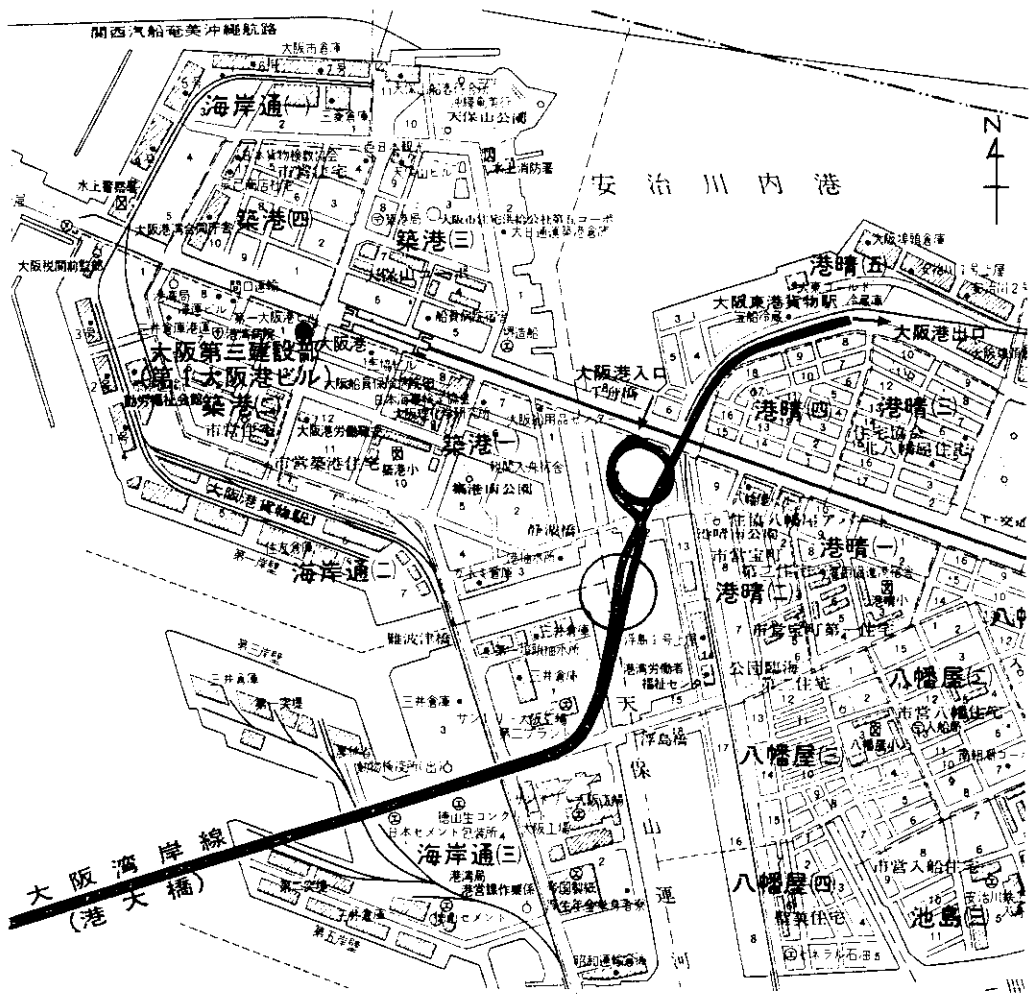


図-1 配置図

表 - 1 対象橋梁諸元

橋格	1等橋 TL-20
橋長	53.6768m (道路中心線において)
支間	52.8268m (道路中心線において)
有効幅員	7.70m
床版	鉄筋コンクリート床版 厚さ21.0cm
舗装	アスファルト舗装 厚さ75mm
主桁間隔	3.30m
桁高	2.50m
主桁本数	3本
分配横桁	先腹横桁 3 対側横桁 .6
床版ハンチ高さ	9.0cm
使用鋼材	SM58, SM50Y, SM53, SM50, SS41



写真 - 2 スンプ試験結果

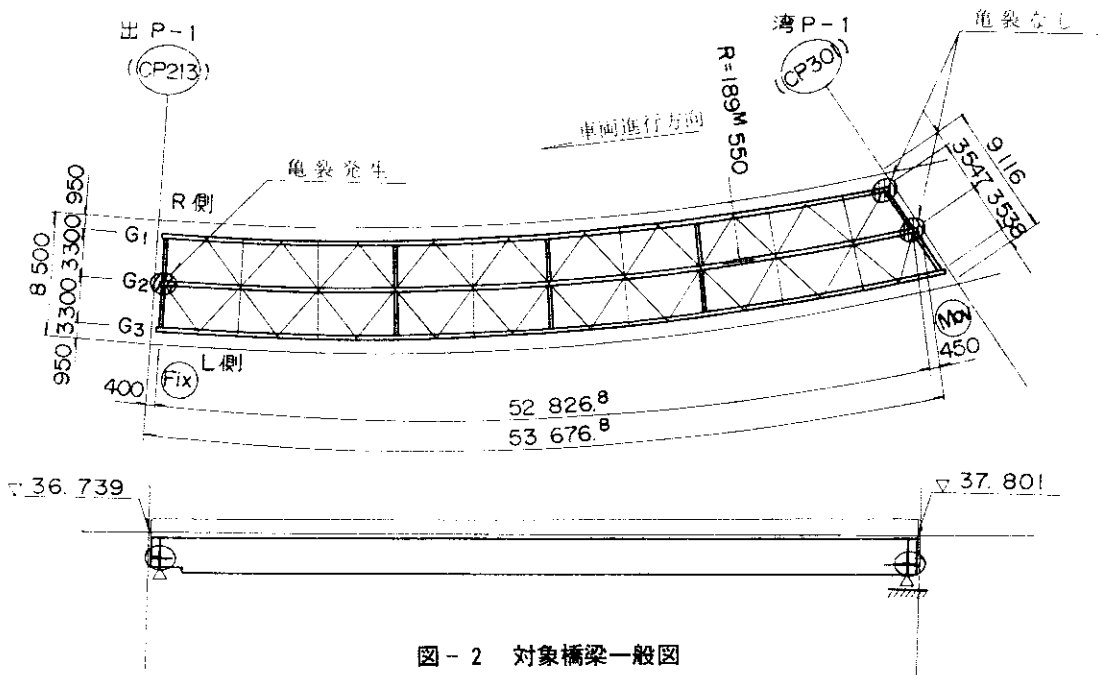


図 - 2 対象橋梁一般図

1-2 調査内容

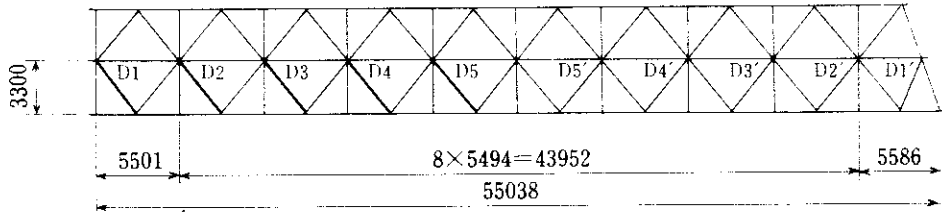
調査箇所は図-2中の で示した場所である。その詳細を調査する方法として、対象箇所の溶接部の塗装をはく離し、地肌を露出させ、磁粉探傷試験 (MT) により亀裂の有無を調べた。また、亀裂発生箇所については、浸透探傷試験 (PT) により亀裂開口部を確認した。さらに、亀裂先端部については、金属表面のマイクロ組織試験 (スンプ試験) も併せて行った (写真-2)。

1-3 損傷状況

亀裂は図-3に示すように大阪港出P-1側の中桁支点部で確認された。亀裂損傷部の詳細は図-3に示すようである。主桁腹板の亀裂の最大長は125mmに達している。

スンプ試験結果より、亀裂形状はほぼ直線的に伸びており、亀裂先端は鋭く、亀裂開口部には介在物等の存在も認められない。また、亀裂は結晶粒界を貫いて発生していることから、真新しい亀

表-2 横構軸力の一覧



(a) 上横構軸力

種 別		D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	割増係数
振りモーメントによる軸力	合成前荷重 (1)	27.406	26.839	20.664	15.461	8.058	
	合成後死荷重 (2)	0.869	0.997	0.814	0.516	0.303	
	合成後活荷重 (3)	0.983	1.116	0.919	0.649	0.423	
二次応力	合成前荷重 (4)	2.321	2.294	1.916	1.916	1.916	
	合成後荷重 (5)						
計	(1) ~ (5)	31.579	31.246	24.313	18.542	10.700	1.0

(b) 下横構軸力

種 別		D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	割増係数
横荷重による軸力	無載荷時風荷重 (1)	24.429	19.282	14.726	12.834	9.191	
	載荷時風荷重 (2)	12.229	9.653	7.372	6.425	4.602	
	地震荷重 (3)	20.403	15.848	11.283	8.461	3.622	
振りモーメントによる軸力	合成前荷重 (4)	27.406	26.839	20.664	15.461	8.058	
	合成後死荷重 (5)	8.603	9.876	8.064	5.105	2.997	
	合成後活荷重 (6)	9.731	11.051	9.101	6.424	4.190	
二次応力による軸力	死荷重 (7)	3.331	3.291	2.751	2.751	2.751	
	活荷重 (8)	1.490	1.472	1.234	1.230	1.230	
組合せ軸力	常時 (4) ~ (8)	50.561	52.529	41.814	30.971	19.226	1.0
	死+風 (1)+(4)+(5)+(7)	53.141	49.406	38.504	30.126	19.164	1.2
	死+活+風 (2)+(4)~(8)	50.232	49.746	39.349	29.917	19.062	1.25
	地震時 (3)+(4)+(5)+(7)	35.143	32.855	25.154	18.693	10.252	1.70
	死荷重のみ (4)+(5)+(7)	39.340	40.006	31.479	23.317	13.806	参考値

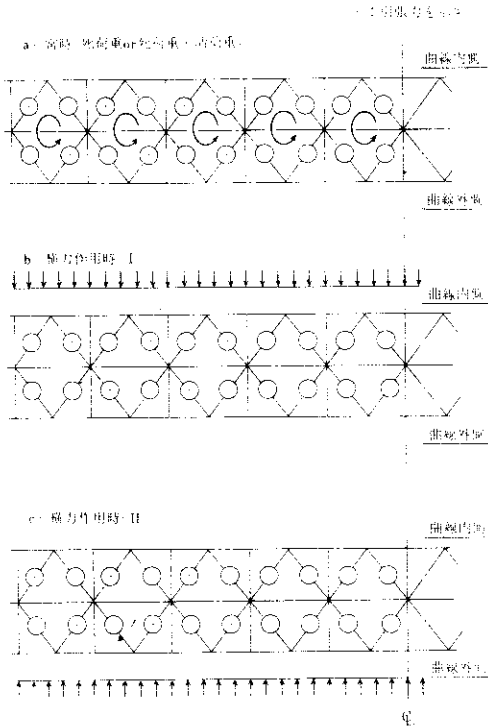


図 - 4 下横構軸力の符号

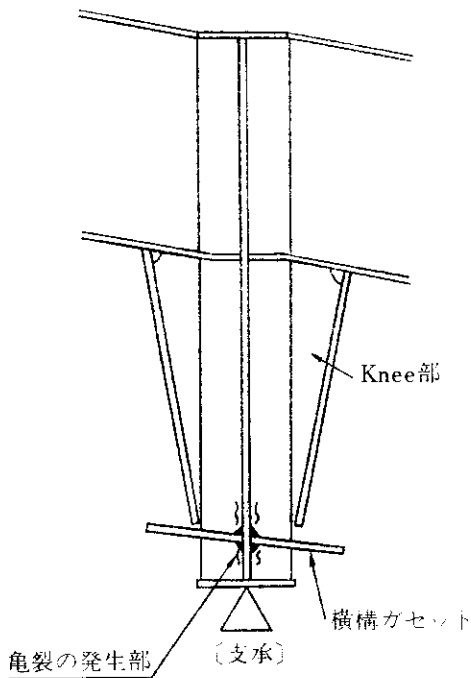


図 - 5 亀裂発生部付近の構造

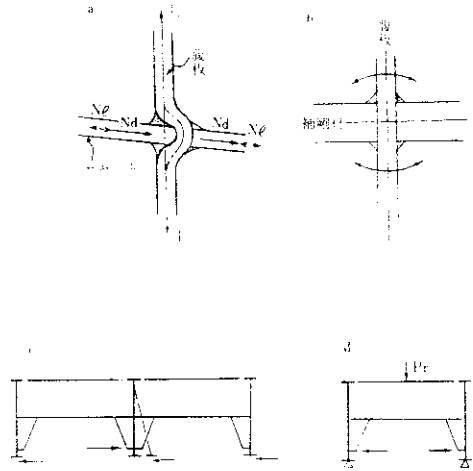


図 - 6 亀裂発生原因の推定図

- (1) 大きな横構軸力が、ガセットを通じて主桁腹板に局所的な押抜き力(一方向)として作用し、腹板に変形を生じされる。(図-6(a))
- (2) 活荷重(輪荷重)によりその力の変動がある。
- (3) 活荷重により補剛材のまわりに腹板をねじろうとする力が発生している。(図-6(b))
- (4) 支承と主桁フランジとの間の遊びにより横構力の発生で主桁間隔が微少ではあるが変化する。(図-6(c))
- (5) 輪荷重によりKnee部が主桁を押す。(図-6(d))

以上の現象等より、本損傷部は繰返し応力による疲労により亀裂が生じたものと考えられる。そして、亀裂はガセットのスリット部のまわし溶接の止端部か、支点上補剛材の隅肉溶接の止端部より発生したのではないかと考えられる。

また、本橋はI桁であるとはいえ、横構等で囲まれた類似箱桁として設計されているため、横構軸力は常時一方向に作用し、その力の流れ方は図-7(a)に示すようになっていたものと推定できる。この力がガセットのまわし溶接等による切欠き部に応力集中(図-7(b)参照)を生ぜしめ、損傷を一層早めたものと考えられる。

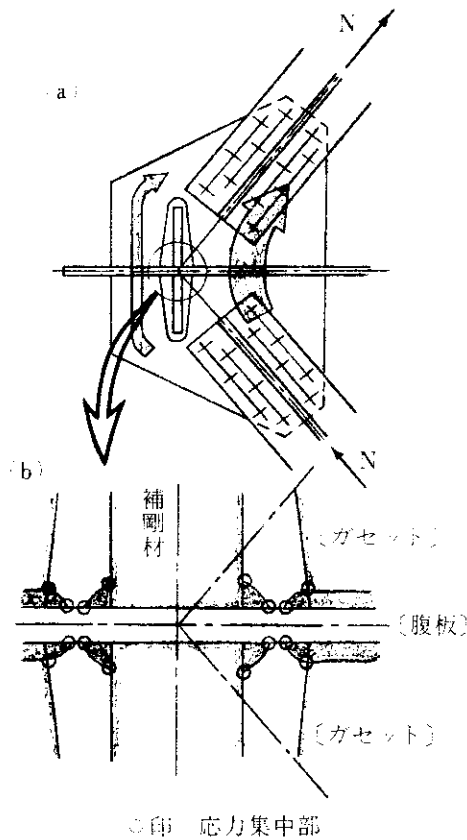


図-7 横構ガセット付近

以上のような調査・検討の結果、亀裂は進展性のものであり、このまま放置しておくことは構造物にとって危険となるため、早急な補修が必要であると判断された。

4. 補修方針および補修方法

4-1. 補修方針

本橋は曲線Ⅰ桁であるが、先に述べたとおり解析上は上、下横構で閉じられたねじり剛性をもつ準箱桁として考えられているため、ねじりモーメントによるせん断流を横構にもたせるとして設計している。したがって、横構（特に、下横構）に死荷重や活荷重による常時の軸力が大きく作用している。

このような橋梁の主橋体（主桁、横桁、横構等）を補修する場合には通常、支保工を設置し、橋体を死荷重たわみ分だけジャッキアップして、断面力を除去した後に行う。

しかしながら、本橋における路下条件および本線上の交通に対する制約等を考慮すると、「支保工を設置せず、2車線あるオフランプは1車線だけ規制する」という条件にて補修方法を考えなければならない。

そこで、補修における設計方針を次のように定める。

- (1) 既設の横構軸力の解放は避ける。

施工条件より橋体の死荷重断面力を除去することは不可能であり、活荷重断面力を零とすることもできない。また、横構を解放することは当初の設計解析系を大きく変更し、橋体のねじり剛性をなくしてしまうので、橋体にとっては危険となる。

- (2) 既設の横構軸力が減じた場合の構造を考える。既設の横構軸力が減じても橋体のねじり剛性を減じない構造を考える必要がある。（補強横構の設置）
- (3) 端対傾構の基部（Knee部）に補強支材を設置して、支点上の補剛材まわりの回転と基部の変形等を防ぐ。
- (4) 支点上の補剛材の溶接部補修に対しては、応力を除去する必要があるため、仮支点（ジャッキ受）を設置する。
- (5) 現場溶接をできるだけ避け、高力ボルトにて連結する。
- (6) 止むを得ず現場切断や現場溶接をした部分は、グラインダーにて滑らかに仕上げる。
主桁腹板の亀裂については、片面ずつガウジングを行い、肉盛り溶接後、グラインダーにて仕上げる。
- (7) 緊急に補修する必要があるため、新たに用意する鋼材はできるだけ容易に入手できるものを考え、SS41材を使用する。

上面ガセットを主桁腹板に溶接

- ・高力ボルトの締付け
- (5) 主桁腹板の亀裂の補修溶接および亀裂の生じているガセットの交換 (図-11(b), (c), (d))
 - ・既設ガセットの半分を切断除去 (I) する。
 - ・除去した部分の亀裂補修および主桁の矯正を行う。
 - ・主桁腹板の亀裂補修については、板厚が9 mmと薄いのが、半分ずつガウジングを行い、肉盛り溶接後、グラインダーにて仕上げる。
 - ・切断除去 (I) した側のボルトを6本除去する。
 - ・ガセット (I) を横構と既設残余ガセットに沿わせて後、主桁と補剛材に溶接する。
 - ・溶接止端部を滑らかに仕上げる。
 - ・高力ボルト (半数6本) の締付け
 - ・既設ガセットの残り半分の切断除去 (II) する。

以下、(I) 側と同様に行う。

あとがき

本橋の補修については、前述の補修計画に沿ってほぼ良好に行うことができた。

今回の補修によって改善されることは、補強横構を設置することで既設横構に作用する軸力のうち活荷重の増分が分配されること、端対傾構の基部に補強支材を取付けることにより主桁腹板の変形を押えることができる等が考えられる。これらの効果については、今後調査していく必要があると思われる。

今後、本橋のように疑似箱桁としてねじり抵抗をもたせるように設計をする場合には、横構および接合部について力の流れ、応力集中の程度等、細部にわたり十分検討する必要がある。