

アンカーバー形式の変位制限構造における 局所支圧耐力に関する検討

鯉川 匡史¹・田崎 賢治²・本荘 清司³・横山 和昭³・前原 直樹⁴

¹大日本コンサルタント 大阪支社 構造技術部（〒550-0014 大阪市西区北堀江1-22-19）

²正会員 工博 大日本コンサルタント 大阪支社 構造技術部（〒550-0014 大阪市西区北堀江1-22-19）

³正会員 工修 西日本高速道路株式会社 中国支社 管理事業部（〒731-0103 広島市安佐南区緑井2-26-1）

⁴西日本高速道路株式会社 中国支社 管理事業部（〒731-0103 広島市安佐南区緑井2-26-1）

1. はじめに

現在、各地で行われている橋梁の耐震補強対策のうち、既設橋脚が水中や山岳部にあるなどの理由により巻立て補強が困難な橋梁に対して、橋梁全体系の耐震補強対策により、橋脚の巻立て補強を回避する工法が検討されている。例えば、2～3径間程度の鋼連続鈑桁橋で、橋軸直角方向の対策工法の一つとして、中間橋脚上の支承条件を可動等に変更し、両橋台を固定として地震時の慣性力を耐荷力の大きい両橋台で負担させる耐震補強工法が考えられる。

この場合、両端部の橋台が固定条件を担保できる構造とする必要があるため、動的解析による支承反力を固定支承部の設計水平力として用いる場合がある。

しかし、平成8年の道路橋示方書よりも前に架橋された橋梁の支承の多くは、震度法レベルで設計されたタイプAの支承であるため、両橋台をL2地震時に橋軸直角方向の支承条件を固定とする必要がある場合、別途、耐震固定装置が必要となり、図-1に示すような、受梁併用アンカーバー構造の耐震固定装置が採用されている事例が多い。

受梁併用アンカーバー構造は、構造自体が単純で、また比較的安価に設置できる利点を有している一方で、アンカーバーと受梁は点接触の構造であり、点接触による支圧照査方法は明確なものがなく、また、支圧耐力も明らかになっていないため、本構造を耐震固定装置として用いる場合に受梁に生じる変形量が耐震固定装置として許容できる程度のものであるか否か懸念される。

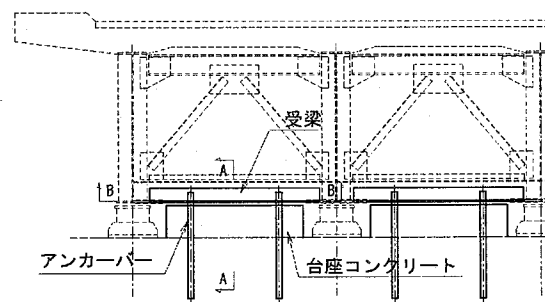
本稿は、これらを明らかにすることを目的に、耐

震固定装置としてのFEM解析による検討結果について報告するものである。

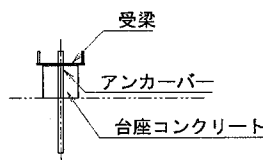
2. 受梁併用アンカーバー構造の概要

受梁併用アンカーバーの一般的な構造は、図-1に示すように、鋼鈑桁橋の下フランジ間に工場での字形に製作した鋼製の受梁を設置し、沓座面に埋込んだアンカーバーと受梁を接触させることによって変位を拘束する構造である。

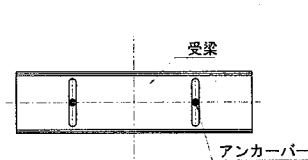
アンカーバーには、必要径の入手し易さ等の理由により市販の丸鋼が用いられている場合が多い。



(a) 正面図



(b) A-A断面図



(c) B-B断面図

図-1 受梁併用アンカーバー構造タイプの耐震固定装置

3. 受梁の板厚検討

受梁は、アンカーバーと点接触となるため、板厚の明確な照査方法がない。そのため、その代わりとして、一般的には、式(1)に示す照査式を用いて受梁全体が座屈しないことを確認して板厚を決定している例が多い。なお、受梁の最小板厚は、L2 地震時の衝撃力等を考慮して 22mm としている事例が多い。受梁の軸方向圧縮応力度照査式を式(1)に示す。

$$\sigma_c = N/A < \sigma_{ca} \quad (1)$$

ここで、 N ：受梁に作用する軸方向圧縮力

A ：受梁の断面積

アンカーバーの径は、受梁と台座コンクリートの空きを図-2 に示すように $\phi/2$ (ϕ ：アンカーバー径) 以下となるように受梁を設置するものとして、許容せん断応力度以下となるよう求める^り。

アンカーバーのせん断応力度照査式を式(2)に示す。

$$\tau = S/A < \tau_a \quad (2)$$

ここで、 S ：アンカーバーに作用するせん断力

A ：アンカーバーの断面積

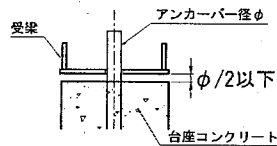


図-2 アンカーバー設置要領

4. FEM解析モデルと解析方法

(1) 解析モデル

解析モデルは、鋼 3 径間連続鈑桁橋を対象に、L2 地震時の動的解析結果で橋台上の耐震固定装置 1 基あたりに作用する直角方向水平力 $H=1200\text{kN}$ で設計した受梁を用いた。

受梁板厚は、鋼材 SM400 で 22mm で、アンカーバーは $\phi 70-2$ 本である。これを解析モデルケース 1 とし、ケース 1 のウェブに板厚 22mm の補強板を貼合わせた場合をケース 2 として計 2 つのモデルを用いて解析を行った。

表-1 解析ケース

ケース	ケース1:ウェブ補強板無し	ケース2:ウェブ補強板有り
ウェブ厚	22mm	22mm
補強板厚	0mm(補強板無し)	22mm
受梁平面図		
1-1断面図		

なお、ケース 2 のウェブと補強板は、アンカーバーに対して同時に効くように同一面に貼合わせている。解析に用いた材料定数を表-2に示す。

表-2 材料定数

部 材	材 質	板厚/径 (mm)	降伏応力度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
フランジ	SM400	22	235	200,000	0.3
ウェブ	SM400	22	235	200,000	0.3
補強板	SM400	22	235	200,000	0.3
アンカーバー	S35CN	70	315	200,000	0.3

(2) 解析方法

解析方法として、アンカーバーの最下端を完全拘束とし、受梁は図-3に示すY方向,Z方向を拘束し、X方向に静的に強制変位を漸増させて解析を行った。

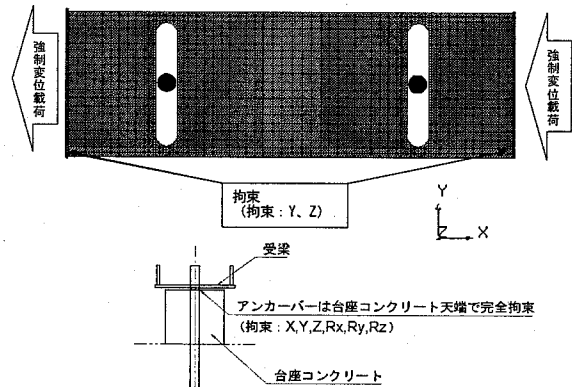


図-3 解析方法の概要

5. 解析結果と考察

(1) ケース 1：ウェブ補強板無し

補強板を設置しないケース 1 の荷重－変位図を図-4に示す。また、図-4に示すA点からE点の変位・荷重を表-3に示す。

受梁は、図-4に示すA点において降伏した。降伏時の荷重は131.3kN、受梁の変位は0.11mmであった。受梁が降伏後、荷重が増加しながら最大荷重点であるC点（荷重823.6kN、変位22.0mm）に達した。

L2地震時水平力 $H=600\text{kN}$ 時に、受梁は降伏変形 10.6mmを生じている。この場合、受梁に変形が生じているあいだに、中間橋脚に想定している以上の水平力が作用している可能性が考えられる。

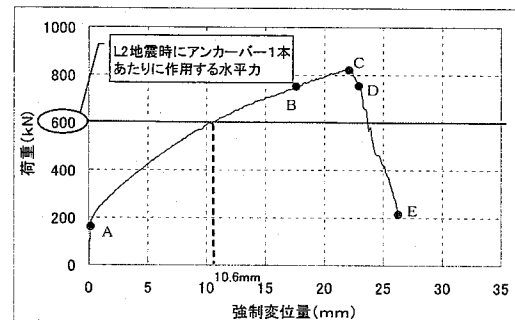
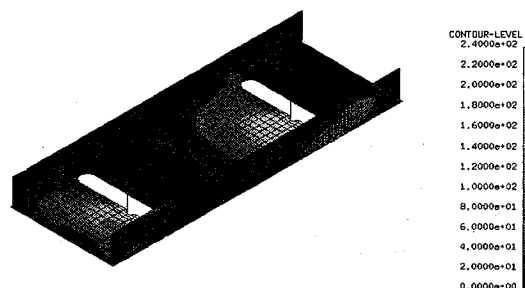


図-4 荷重－変位図（ケース 1）

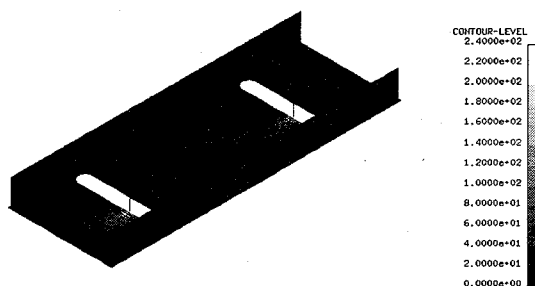
表-3 荷重-変位 (ケース1)

	変位 (mm)	荷重 (kN)
A 点	0.1	131.3
B 点	17.7	750.8
C 点	22.0	823.5
D 点	23.0	747.5
E 点	26.4	205.1

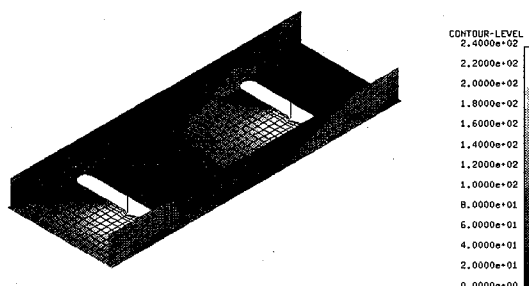


(e)E点におけるミーゼス応力図

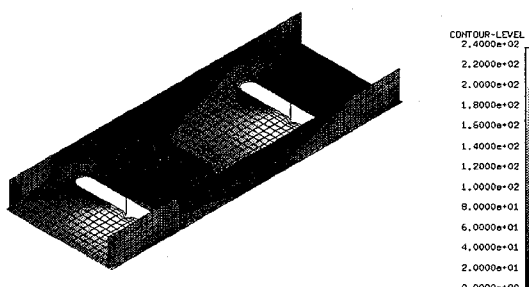
図-5 ミーゼス応力度図 (ケース1)



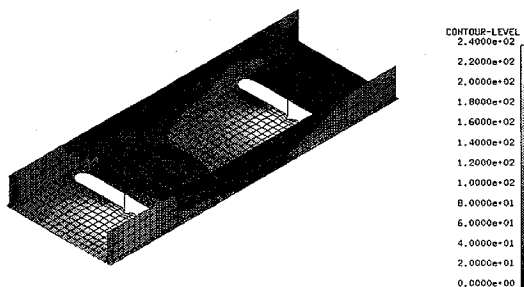
(a)A点におけるミーゼス応力図 (降伏時)



(b)B点におけるミーゼス応力図



(c)C点におけるミーゼス応力図 (最大荷重時)



(d)D点におけるミーゼス応力図

(2) ケース2 : ウェブ補強板有り

次に補強板22mmを設置したケース2の荷重-変位図を図-6に示す。また、図-6に示すA点からE点の変位・荷重を表-4に示す。

受梁は、図-6に示すA点において降伏した。降伏時の荷重は315.8kN、受梁の変位は0.2mmであった。受梁が降伏後、荷重が増加しながら最大荷重点であるC点(荷重1307.6kN、変位25.6mm)に達した。

アンカーバー1本あたりに作用するL2地震時水平力 $H=600\text{kN}$ 時に、受梁は降伏変形2.3mmを生じている。受梁は降伏するが、変形量は既設支承の取付けガタ程度と非常に小さいことより、耐震固定装置としての機能を十分に有していると考えられる。

また、ケース1と比較して、アンカーバーと接触する板厚が2倍になると、受梁の降伏荷重は2倍以上となる。これは、受け梁の変形量が大きくなることによる接触面の増加の影響であると考えられる。

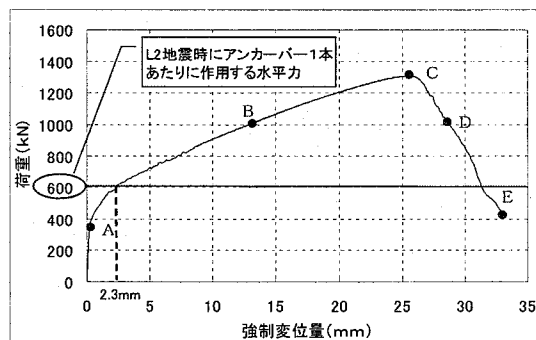
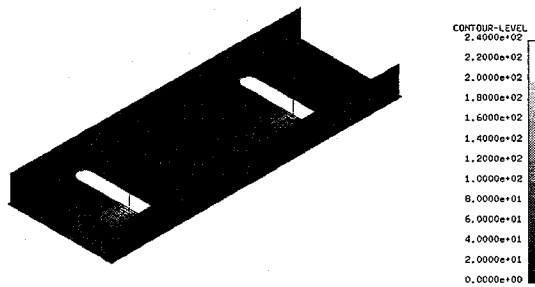


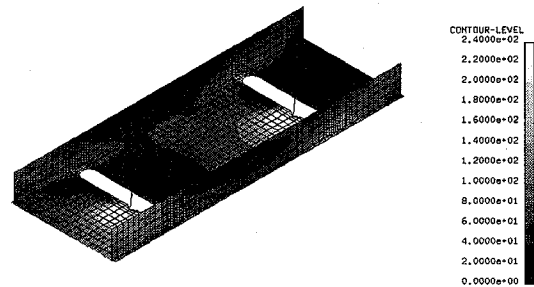
図-6 荷重-変位図 (ケース2)

表-4 荷重-変位 (ケース2)

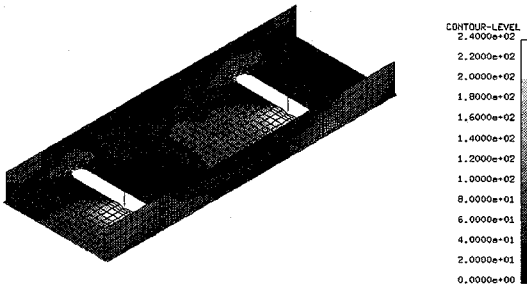
	変位 (mm)	荷重 (kN)
A 点	0.2	315.8
B 点	12.9	1000.0
C 点	25.6	1307.6
D 点	28.7	997.5
E 点	33.0	407.9



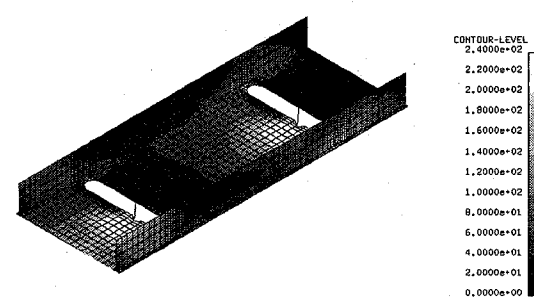
(a) A点におけるミーゼス応力図（降伏時）



(c) C点におけるミーゼス応力図（最大荷重時）



(b) B点におけるミーゼス応力図



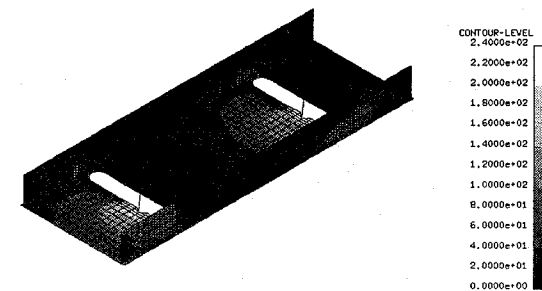
(d) D点におけるミーゼス応力図

6. 結論

本解析では、アンカーバー径を $\phi 70\text{mm}$ 、受梁の板厚を 22mm として、受梁ウェブに 22mm の補強板を設置した場合と設置しない場合の2ケースの解析を行った。

アンカーバーの径が 70mm の1ケースであるため、受梁に対するアンカーバー径の影響が考慮されていないが、本解析の結果、得られた結論は以下のとおりである。

- 1) 本解析で、局所支圧を考慮した耐荷力の一例を示した。板厚 22mm では降伏耐荷力 130kN 、板厚 44mm では降伏耐荷力 310kN を有している。また、板厚が2倍になると降伏耐力は2倍以上となる。
- 2) L2地震時の耐震固定装置として、受梁併用アンカーバー構造を用いる場合、受梁の板厚を受梁の全体座屈照査のみで決定すると、受梁は想定以上の降伏変形を生じる可能性があるため、補強板の設置が必要となる場合がある。



(e) E点におけるミーゼス応力図

図-7 ミーゼス応力度図（ケース2）

- 3) 今後、板厚とアンカーバー径の種類を増やしてFEM解析を行い、局所支圧による降伏耐力を明らかにすることにより、支圧の照査を行わずに受梁を安全かつ簡易的に設計できるようになると考えられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋支承便覧, 2004