

橋梁支承の最新事情

比志島 康久 *1

1. はじめに

当協会は、昭和45年に支承製造業者および関連グループにより設立され、昭和61年9月に建設大臣の認可を得て、正式に社団法人日本支承協会として発足しました。

支承は、鉛直荷重支持機能、回転機能、水平力支持機能、水平移動機能を有していなければなりません。また、それに付加する機能として減衰機能、アイソレート機能、振動制御機能、上揚力支持機能があります。

当協会の技術委員会では、鋼製支承からゴム支承そして機能分離型支承と時代のニーズに沿いながら、道路橋示方書¹⁾や支承便覧²⁾、顧客の仕様に準拠し、これらの機能を十分にもち、耐震性、耐久性があり、しかもコンパクトでコストの安い支承の開発に取り組み、その設計法の確立、標準化を進めています。

最近では、ゴム支承のせん断変形性能試験、密閉ゴム支承板支承 (BPB 支承) に使用されるゴムプレートや滑り機構の耐久性試験、ピボット支承の FEM 解析、鋼製支承の性能検証、アンカーボルトの付着試験等を実施し、支承の耐久性確認や規格化を進めています。

また、近年新たに機能分離型支承³⁾等が市場に広まってきています。このような協会や業界の動きの中での橋梁支承の最新事情を紹介します。

2. 鋼製支承からゴム支承への変遷

平成7年の兵庫県南部地震後から、急速に鋼製支承からゴム支承へと支承のニーズが変わりました。その変わり方は、この地震を境にして、製作比率が鋼製支承9に対しゴム支承1であったものが、1年後には逆転して1対9となるほどの急激なものでした。

これは、この地震での鋼製支承の破壊の状況から、鋼製支承はじん性に乏しく脆性的に破壊していたのに対し、ゴム支承は移動に対して方向性がなく、弾性支持による地震時衝撃力の緩和、ひずみ硬化域では移動制限装置としての

機能を有していることから、地震に対し有利であると認められたためでした。

以上のような理由により、今日、ゴム支承の時代が到来したわけですが、支承として問題がないわけではありません。桁の回転に追随させるために鉛直ばねを柔らかく設計するために、振動を助長するとともにジョイント部の段差が大きくなり、車両走行による騒音の原因になる等が懸念されています。その意味では、逆にたわみの少ない鋼製支承の利点も見直されてきています。また、鋼製支承とゴムの組み合わせの機能分離型支承も、メンテナンス、コストの面で高く評価されるようようになってきました。

3. 道路橋示方書の改訂と支承

平成8年12月に改訂された道路橋示方書は、5年たった平成14年3月に改訂版が出されました。

主な内容は次のとおりです。

1) 今まで仕様規定であったものが、性能規定となり、それに見なし規定が付加されました。見なし規定の意味はわかりにくいですが、要は、「仕様」を満足していれば「性能」を満足していると思えます。

(社)日本支承協会機関誌「かなめ」の2002 No.12の巻頭言を書いていた、日本道路公団静岡建設局前局長の川人様のお言葉を借りれば、「『製品ありきの基準』から『支承に期待される要求を満たせば良い』いわゆる性能規定となり、より高い品質・コストパフォーマンスが要求される時代となりました。横並び意識から脱却し、より差別化された製品のみが生き残れる時代が到来することが予想されます。」⁴⁾とあります。

また、新しい差別化商品の採用が可能となる一方で、それに実験的検証や理論付けなど、その妥当性を裏付ける技術的蓄積が必要となります。

2) 耐久性の向上に関して規定化しています。それは、防錆防食と疲労設計です。「鋼道路橋の疲労設計指針」⁵⁾では、鋼製の上部構造で疲労設計を考慮する期間として100年を目安としています。これに準じて支承を100年対応としたものとするか、安価で取り替えられるものとするかを、ライフサイクルコスト (LCC) の面から検討する必要があります。

ゴム支承の場合、100年対応を前提とした場合、ゴム材料の熱老化試験による確認や、せん断疲労試験による耐久性の確認試験等が必要だと考えられます。

3) 耐震設計の合理化に関しての見直しも行っています。

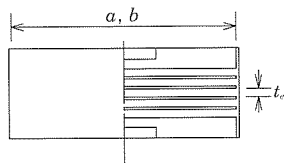
大地震を想定し、安全側の設計でかつ合理的、経済的な設計につながる基準の見直しが行われています。



* Yasuhisa HISHIJIMA
(株)日本支承協会 技術委員会 委員長
川口金属工業(株) 常務取締役
技術本部長

たとえば、タイプB 支承の設計については、支承部の機能を確保するために必要な耐力を有していれば良いことから、鋼部材の許容応力度の割増し係数を 1.5 から 1.7 に引き上げています。これによって、アンカーボルト、セットボルトの径、鋼板の厚さ、せん断キー等の設計が 1 ランク下げられる可能性があり、その分コンパクトな設計が可能となり、コスト縮減につながると考えられます。

支承部の耐震設計において、地震時の挙動が複雑な橋は、レベル 2 地震動においては動的解析が必要となりました。この動的解析により、静的設計で決定された支承寸法が許容値を超えることがあるため、設計のやり直しが必要となる場合があります。また、とくに桁端部の支承は、動的解析により求められた変位を吸収するため、図 - 1 に示した 2 次形状係数が小さく不安定な形状となりがちなので注意が必要です。



$$\text{一次形状係数 } S_1 = \frac{a \cdot b}{2(a+b)t_e}$$

$$\text{二次形状係数 } S_2 = \frac{a}{\sum t_e}$$

ここに、 a : ゴム支承の加振軸方向の辺長

b : ゴム支承の加振軸直角方向の辺長

t_e : ゴム 1 層厚

$\sum t_e$: ゴム総厚 (= $t_e \times$ 層数)

図 - 1 ゴム支承断面図

4. 支承便覧の改訂と支承⁶⁾

昭和 48 年 4 月に初版が刊行された支承便覧は、平成 3 年 7 月に技術の進歩に即応する形で改訂が行われました。しかし、新たに兵庫県南部地震の被害の実績を踏まえて、平成 8 年と平成 14 年の 2 回にわたって道路橋示方書が改訂されるに至り、今年、平成 15 年度に改訂版が刊行されようとしています。それは、ゴム支承の需要の増加、技術の進歩、ニーズの変化、維持管理、耐久性の重視に対応して改訂されるものです。そして、道路橋示方書の内容を補完する形で、支承部の機能の分類と、支承への要求性能、設計法が示されています。

鋼製支承については、道路橋示方書において、多点固定構造、固定可動構造においても、タイプ B 支承として使用可能となっていることを受けて、金属材料の機械的性質の実証実験や構造の解析等による検証の結果を踏まえて、設計が可能になっています。

あわせて、機能分離型支承の構造例も解説しています。

また、今回の支承便覧の改訂では、ゴム支承を中心として記述されています。以下にゴム支承の照査方法の変更点を示します。

1) 許容圧縮応力度
8.0N/mm² から 1 次形状係数の条件により 12.0 N/mm² に引き上げられました。

2) 許容圧縮応力振幅

5.0 N/mm² から 1 次形状係数の条件により 6.5 N/mm² に引き上げられました。

3) 許容引張応力度

常時、暴風時、地震時の許容引張応力度が規定されました。これにより地震時の適用範囲が拡大します。

4) 局部せん断ひずみの照査

地震時の局部せん断ひずみの照査を廃止し常時のみとしました。

5) 破断伸び

従来の切り出した時の伸び規定ではなく、シート加硫された試験片に規定される伸びの値を用いることとしたため、この値を大きくしました。これにより局部せん断ひずみの照査が緩和されました。

また、新たに G6 と G14 のゴムが追加されました。この G14 のゴムはせん断剛性が高いため、今後分散支承、機能分離型支承に多く採用される可能性を秘めています。

6) 座屈安定性の照査

暴風時、地震時の下向きの力についても座屈安定性の照査が必要になりました。

7) 鉛直ばね定数

製品での実測データを基に、ゴム支承の種類（積層ゴム支承、免震支承、リングプレートタイプゴム支承）、平面形状（矩形、円形）に応じて、実状にあうように設計式を変更しました。

8) 内部鋼板の応力度

割り増し係数を新たに設け、暴風時、地震時についても照査するようになりました。これにより、内部鋼板に穴があるものは、板厚が厚くなる場合があります。

今回の改訂は、実績と解析の結果を踏まえて、従来の係数で余裕があったものに対して、係数の見直しが行われています。

5. ゴム支承の現状

兵庫県南部地震で鋼製支承がゴム支承に大幅に変わって 7 年あまりが経ちます。この間、道路橋示方書の改訂があり、また支承便覧の改訂作業が進められ、前述したような内容でゴム支承の設計手法が確立されてきました。

しかし、細部のところで、これから解明し標準化を進めなければならない問題点があります。気がついた点を羅列すると以下ようになります。

1) 動的解析とゴム支承形状

道路橋示方書の改訂により、地震時水平力分散設計と免震設計を採用した橋のゴム支承は、レベル 2 地震動に対しては動的解析により設計を行うこととしています。前述しましたように、この動的解析により、静的設計で決定された支承寸法が許容値を超えることがあるため、設計のやり直しが必要となる場合があります。この場合、変位を許容値内に入れるため、次のような対策が考えられます。

- ① ゴム支承の高さを高くする。
- ② ゴムばねを大きくするため支承を大きくする。
- ③ ゴムの材質を1段硬いものに変える。

しかし桁端部の支承にとっては、2次形状係数が小さく比較的不安定な構造となるため、桁端部は機能分離型支承の検討も行われています。

尚、近年支承メーカーでも動的解析を行うメーカーが増えてきました。これは、取り扱いが容易で多くの機能をもった動的解析のソフトが安価に入手できるようになったことにもよりますが、やはり、客先要求に対応することと自社の技術力UPのために行っているものです。しかしこのために設計の負荷が増大しています。

2) 2次形状係数

改訂された道路橋示方書では、地震時の変位に対しても安定したゴム支承の水平力支持性能を得るために、2次形状係数(図-1参照)は4程度以上にするのがよいとされています。これは日本支承協会、ゴム支承協会合同のせん断変形性能試験の結果⁷⁾から、この値が決められています。2次形状係数はせん断変形性能に大きく影響するため、4未満の2次形状係数のゴム支承で、せん断変形性能の要求を満足させるためには、ゴム支承メーカーは製造工程において十分な経験と製造能力が必要となります。

またせん断変形性能を評価する場合は、単に破断時せん断ひずみの値で評価するのではなく、その試験体の2次形状係数も考慮すべきです。

1次形状係数に比して、2次形状係数の値がせん断変形性能に与える影響は大きいようです。

3) 鉛直ばねの規定

今までは服部武井の式により、1次形状係数の二乗に比例して曲線であった鉛直剛性の式が、1次形状係数の一乗に比例する直線の設計式になりました。これにより1次形状係数が大きいもの(7弱以上)は、設計によりゴム支承の高さが低くなる傾向となりましたが、7弱以下の場合、従来の服部武井の設計式に比べて鉛直ばねが硬く評価されるため、桁端部支承のように2次形状係数が小さいものはさらに小さい設計となり、ゴム支承高さが高くなる結果となります。

また、改訂予定の支承便覧の品質管理項目には、鉛直ばねの公差ならびにたわみの規定がなされています。中間脚用支承では、問題となりませんが、端部の支承においては、鉛直荷重支持機能、回転機能、常時荷重に対する水平移動機能を維持させ、かつ動的解析による変位を許容し、2次形状係数4程度以上で、設計で圧縮たわみを算出する際の鉛直荷重(衝撃を含む活荷重の力)の1/2において、許容できる圧縮たわみが1mm以内等の条件を満足させるためには、設計の困難さが予想されます。

ただし、端部のみ後に述べる滑り支承を用いるか、または、機能分離型支承を適用すればこれが大幅に解消されます。

4) 地震時水平力分散橋への免震支承の適用

道路橋示方書では、免震支承を地震時の水平力分散を目的として用いた橋梁について、免震設計により減衰効果を

発揮させる機能が担保されていないことから、静的設計において、橋の減衰定数に基づく設計水平震度の低減は行っていないとされています。一方で、耐震性の照査に用いる動的解析においては、免震支承の非線形特性を評価するために、バイリニアモデルなどによりモデル化して解析を行う事例が見受けられました。このことは、本来、免震支承の減衰性能は、その特性が非線形性を示すことによる履歴減衰によって得られるものであることから、その減衰効果が動的解析時の地震時応答計算に反映されてしまい、静的・動的の計算手法の違いにより全体の設計思想が異なるといった問題点がありました。

この点に関して、改訂された道路橋示方書では、支承のモデル化において免震支承の減衰効果を過度に見込まないように配慮し、支承の減衰定数としては通常のゴム支承の減衰定数程度を用いるのがよいとしています。つまり、免震支承を地震時の水平力を分散するために用いる場合には、非線形履歴モデルを用いるのではなく、等価線形モデルによる等価剛性により評価する必要があると考えられます。

なお、通常のゴム支承の減衰定数としては、製品のばらつき等を考慮して一般に3%程度が用いられます。

5) ゴム支承の廃棄処分

ゴム支承は性能確認のため破断試験(せん断変形性能試験)が増加してきています。この破断試験後のゴム支承の廃棄は、メーカーとしてその対処に苦慮しています。産業廃棄物として処理するにはマニフェスト制度に準拠しなければなりません。その制度は、排出業者にも、最終処分までの確認義務が課せられています。

ゴム支承の廃棄は、そのまま処分場に埋め立てるか、ゴムと鋼板を分離して(熱を加えて接着面から分離させる)鋼板はスクラップ業者に、ゴムは産業破棄物処理業者に処分してもらうかの方法があります。どちらにしても、コストがかかる話で、破断試験はこの試験体の費用、試験費用、そして廃品の処分の費用を考えなければなりません。

6) ゴム支承のコスト

これまで、一部の施主の方々より、「ゴム支承はコストが高いため、ゴム支承を使わない剛結構造の橋梁型式を採用するように考える」などといわれてきました。

確かに支承としてのコストが高くなっていますが、それはその分支承の性能が高くなったからです。

また、私たちメーカーもコストに対して黙っていたわけではなく、いかにしてコストを下げるか努力してきました。

コスト低減の方法としていくつか考えられます。

- ① 支承構造の見直しとコンパクト設計
- ② 製造工程の見直しによるコスト低減
- ③ 購入品(鋼板、ボルト、塗装、メッキ等)のコスト低減

①の構造の見直しとコンパクト設計はコスト低減にとって非常に重要で、最近の機能分離型支承や、構造を簡素化したコスト縮減型支承がこれにあたります。

構造を簡素化したコスト縮減型支承のように、将来の取り替えの容易さは犠牲にしても、このコスト縮減を重要視するのも一つの考え方と思われれます。

6. 鋼製支承の現状

先にも述べましたが兵庫県南部地震で甚大な損傷を受けた鋼製支承は、ゴム支承の急速な発展に押されて、急速にその需要が減少しました。

しかし、近年鋼製支承が見直しされ、桁端部支承や耐震補強にも鋼製支承が用いられるようになってきました。

それは次に示すような理由からであると思われます。

- ① 設計、材料の見直しによる耐震性の向上
- ② ゴム支承に比べて低コスト
- ③ 鉛直たわみが生じない
- ④ 低温特性が良い
- ⑤ 大回転、大反力、大変位、負反力の支持に優れている

これらの5項目について、それぞれの詳細を以下にまとめてみたいと思います。

(1) 設計の見直しによる耐震性の向上について

鋼製支承の耐震性については、次の3つの要因が考えられます。

1) 設計法

従来、レベル1の地震力に対して設計されてきた鋼製支承は、道路橋示方書の改訂に伴い、タイプB支承として用いる場合はレベル2の地震力に対する耐力を要求されるようになりました。そのため、その構造の見直しを日本支承協会で行いました。そして、その検討結果が(社)日本橋梁建設協会発行デザインデータブック⁸⁾に記載されています。その構造は、従来の鋼製支承に比べてレベル2地震動の大きな外力にも十分に耐えられるように、各部材の構成がより一層強固なものとなっています。

2) 鋼材のじん性

鋼材の破壊は、最初に応力集中部に応力超過の要因からクラックが発生し、そのクラックが鋼材内部に伝播して最終的に支承の破壊へとつながります。

この、伝播の過程が重要で、じん性がない材料は急激に伸びのない脆性破壊を起こします。兵庫県南部地震で見られたピボット支承の上沓の破壊はこの現象でした。材料から見れば、この材料は低マンガン鋳鋼品(SCMn1A)で、これは強度が高いがじん性に乏しくしかもシャルピー衝撃値が低い(JISで規定されていない)材料でした。

日本支承協会としてはこの結果を踏まえて、現在の鋳鋼を使った鋼製支承は、じん性の高いSCW480材(溶接構造用鋳鋼品)を使うことを標準としています。このSCW480材はシャルピー衝撃値が高く、JISでもその値が規定されています(伸び20%以上、シャルピー衝撃エネルギー27J以上/衝撃試験温度0度)。

日本支承協会が東京大学橋梁研究室の協力を得て進めた「鋼製支承の耐震性に関する研究」の予備試験による材料試験の結果では、溶接構造用鋳鋼品(SCW480)は109Jと高い値を示しました。またこの研究の結果により、既設鋼製支承(BPB支承(SC450)、ピン支承(SCMn1A, S35CN)、1本ローラー支承(SCMn1A, S35CN))の破壊までの耐力と変形性能を予測できるようになりました。また、現在のタイプB鋼製支承(BPB支承、材質SCW480、レベル2対

応)が設計値に対して十分な耐力を有していることを示しています^{9,10,11)}。

3) 衝撃力と応力集中

鋼材は、衝撃に対して一般的に速度硬化性により、降伏点は静的載荷試験に比べて高くなりますが、引張強さ(終局強度)は静的試験とほぼ同等であると考えられています。衝撃を伴う破壊は、応力集中がとくに大きい場合に脆性破壊を起こしやすいです。このため鋼製支承は出来るだけ応力集中をさけるべく、せん断キーのコーナー部の r を大きくとる設計に変更しています。

(2) 鋼製支承のコスト

鋼製支承はレベル1対応からレベル2対応となり、設計強度のアップを図った分重量も増加しました。

図-2は、鉛直反力5000kNにおけるタイプB支承とタイプA支承の比較を行ったもので、同一縮尺により描いています。図-2により設計水平力の増加に伴い、形状が大幅に大型化していることがわかるとおもいます。

そして重量が増えた分コストも高くなっています。しかし、ゴム支承のコストに比べればまだ安いと思われる。

今後、鋼製支承は製造のコスト低減を含めて、コストの見直しが重要な課題です。

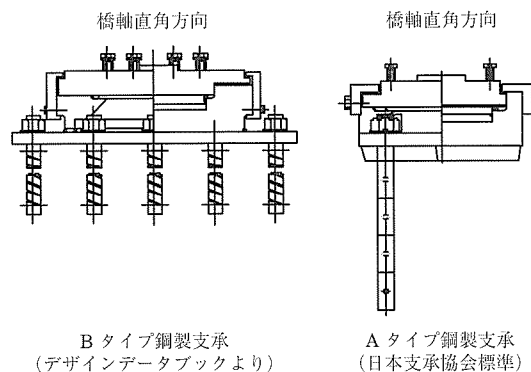


図-2 5000 kN 固定支承の構造図

(3) 鉛直たわみ

鋼製支承からゴム支承の採用が多くなり、交通振動が問題になっています。しかし、その実体を実測等により明確に証明した報告はありません。構造的に見れば、ゴム支承は回転変形を許容するために鉛直ばねを柔らかく設計しています。鉛直たわみが大きいことは、活荷重により桁端部が沈み込みを生じ、その分伸縮装置に段差を生じ路面の平坦性が確保できなくなり、車両の走行により騒音と振動を助長すると思われる。このような懸念から改訂予定の支承便覧では、伸縮装置が設置される桁端部の沈み込みを制限するため、たわみの許容値(1/2活荷重たわみが1mm以内)を設けています。これに対し鋼製支承は、鉛直剛性が無限大に近いたわみが生じません。上記2つを比較すれば、鋼製支承が振動防止上優れていると判断できます。

(4) 低温特性が良い件

ゴム支承は、ゴム材料の温度依存性が比較的大きく、低温においてはゴムが硬くなり剛性が増す傾向にあります。

しかし、鋼製支承は滑り支承が基本となるため、温度による影響は少ないです。現在は、寒冷地向けとして、球面滑りの減衰を取り入れた免震鋼製支承も実用化されています¹²⁾。

また、滑りに温度依存性が少ないのは実験において実証されています。

(5) 大回転、大反力、大変位、負反力の支持に優れている件

BPB 支承、ピン支承、ピボット支承を用いることにより、これらの特性が生かれます。

7. 機能分離型支承

改訂予定の支承便覧では、機能分離型支承についての具体的な設計法、構造等については明確に規定していません。それは、まだ十分な論議が行われていないという理由によるものです。

しかし、機能分離型支承は、確実に実績を伸ばしています。それはどんなものか、どんな理由によるものでしょうか。機能分離型支承には以下の特徴があります。

- 1) 支承に要求される機能を1つの支承に集約しないで、複数のデバイスに分離し、それぞれが要求される機能を分担させる。つまり、支承の機能を常時と地震時に分離することで、常時の設計と地震時の設計をべつべつに行うことができます。
- 2) 各デバイスが要求される機能のみで設計できるため、一体構造の集約された支承と比較して設計の自由度が増し、コンパクトに設計できます。
- 3) 大地震等によるデバイスの損傷に対して、損傷を受けたデバイスのみを交換で良いため、復旧が容易です。
- 4) 支承がコンパクトになること、支承の標準化が可能なことによりコスト低減がはかれます。
- 5) 滑り面の摩擦減衰を見込めば、免震支承として減衰性の高い支承となります。しかしこの設計法にはまだ問題があり、それには、滑り面の軸力変動によって、支承部のエネルギー吸収効果に変化が生じるため、このときの地震時応答特性に関する評価法が現状では十分に確立されていないことなどがあげられます。一部の発注者では、振動台実験等を実施し、摩擦の有効性を検証し設計に取り込んでいるところもあります。この場合、滑り摩擦の摩擦係数に安全率を考慮した設計となっています。しかし、一般には、実験的検証が不十分であるため、滑りの摩擦減衰を設計上取り込まないで、地震力を低減するための余力と見る設計がまだ主流と思われます。

機能分離型支承は以上の特徴をもっていますが、実際の構造としては、荷重を支持し、水平移動ができて、桁の回転に追従できる鉛直支承と地震時の水平力を分散させる水平支承の組み合わせが基本となります。

また、コスト問題では、「機能分離型構造による支承構造の合理化事例」¹³⁾によりますと、水平力分散支承、免震支承に比べて15～40%程度のコスト縮減ができると報告されています。

次に構造的な面から整理しますと、

1) 鉛直支承

鉛直支承は、一般的に鋼製支承等が用いられています。水平移動は充填材入り PTFE (四ふっ化エチレン樹脂) とステンレス板による滑りが用いられます。また、この支承は、ゴム支承に比べて鉛直剛性が高く、しかも許容支圧応力が大きく取れるため支承構造が小さく設計できます。

2) 水平支承

水平支承は一般に積層ゴムが用いられますが、鉛直荷重を受けない設計となるため、上部工との取り付け面に隙間を設けて桁の回転を逃がす方法や、桁の回転を無負荷状態でゴム支承の低い回転抵抗ばねで設計する方法があります。また後者では、回転疲労試験を実施し、耐久性を確認しています。

水平支承は鉛直荷重を支持しないため設計に鉛直剛性を考慮する必要がなく、硬いゴム (G12, 14) を用いて水平剛性を高くしてゴムをコンパクトに設計し、また、1次形状係数を高めてせん断変形性能をよくした構造が用いられます。形状も縦横比の制約を受けません。

3) 設置方法

水平支承の設置方法は水平に置く場合 (図-3) と鉛直に置く場合 (図-4) が考えられます。

水平支承を鉛直に置く場合は、大地震時の橋軸直角方向の移動を水平支承により制限しますが、水平に置く場合は、ジョイントプロテクターを破壊させれば、全方向移動が可能となります。

ゴム材料として、天然ゴム、高減衰ゴムが用いられますが、特に高減衰ゴムを用いて、その減衰性能を考慮すれば免震支承としての設計も可能です。これは一部で開発され実用化されています。

構造例その1

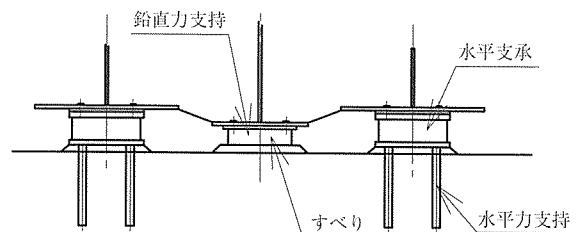


図-3 設置方法 (水平設置)

構造例その2

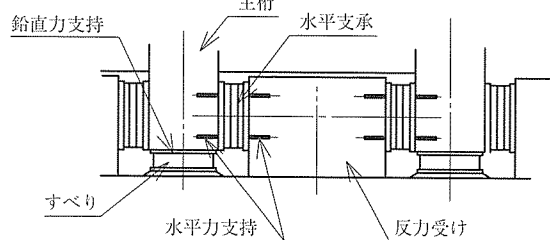


図-4 設置方法 (鉛直設置)

8. CALS (キャルス) 対応

現在、国土交通省および日本道路公団では、設計成果品の電子納品化を進めており、そのため、支承等の図面も各コンサルタント等からその規格 (CALS) にあったデータの提出が求められるようになってきました。このため各社は CALS 対応の図面が求められた場合、手作業で図面を修正するか、対応可能な市販のソフトウェアを購入し、新たな自動製図システムを構築してこれに対応しています。どちらにしても、業界のニーズであるため積極的に対応しなければならない事項です。

9. 免震支承, ゴム支承の ISO 制定

わが国では、日本ゴム工業界が国内審議団体となって、ゴムおよびゴム製品に関する ISO 規格を作成・審議する ISO/TC45 という委員会を作って活動しています¹⁴⁾。

前東京大学大学院工学系研究科西敏夫教授が委員長を務められ、橋梁建設分野の関係団体やメーカー等から委員が参画しています。この委員会の中で、SC4 / WG9 が免震ゴム・ゴム支承分科会です。

免震ゴム・ゴム支承規格では、

- ① 免震ゴム支承：Part 1 試験方法
- ② 免震ゴム支承：Part 2 橋梁用仕様
- ③ 免震ゴム支承：Part 3 建物用仕様

の3つが提案されています。その内容は、

- 第1編 試験法
- 第2編 橋梁への適用
- 第3編 建物への適用

となっています。

この中でも、第1編の試験法の統一化は、各メーカーが同じ条件で試験をしてその評価ができるため、メーカーにとって嬉しいことと思っています。

10. おわりに

以上橋梁支承の最新事情を述べましたが、橋梁の中での

支承の役割の重要性はますます高まっていると考えます。そして、今後橋梁用支承としては、使用性・耐久性・経済性が総合的に優れているものが望まれます。道路橋示方書も改訂され、性能照査型規定が盛り込まれた今日、私たち支承メーカーは、技術とコストに競争意識をもって、社会資本整備の拡充に貢献できる支承の開発に取り組みたいと思っています。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説・V 耐震設計編，2002.3
- 2) (社)日本道路協会：道路橋支承便覧，1991.7
- 3) 森下宣明，前野裕文，鶴野禎史，森重行雄，青木徹彦，竹内孝徳：鋼製支承とダンパーの組み合わせによる機能分離型支承の特性試験，土木学会第56回年次学術講演会，2001.10
- 4) (社)日本支承協会：かなめ，No.12，2002
- 5) 支承便覧分科会 紫桃孝一郎，岩立次郎：道路橋支承 便覧の改訂について，道路，2003.4
- 6) (社)日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，2002.4
- 7) 鶴野禎史，森重行雄，今井隆，竹之内勇：天然ゴム系ゴム支承のせん断変形性能，第2回免震・制震コロキウム講演論文集，2000.11
- 8) (社)日本橋梁建設協会：デザインデータブック，2001.3
- 9) 森重行雄，藤野陽三，宇佐美哲，鶴野禎史，阿部雅人：BP-B 支承の水平荷重下での挙動，土木学会第54回年次学術講演会，1999.9
- 10) 宇佐美哲，藤野陽三，阿部雅人，森重行雄，鶴野禎史：ピン支承の水平荷重下での挙動，土木学会第54回年次学術講演会，1999.9
- 11) 宇佐美哲，藤野陽三，阿部雅人，森重行雄，鶴野禎史，柳野和也：金属支承の終局水平挙動に関する実験的研究，第25回地震工学研究会発表講演論文集，1999
- 12) 三田村浩，池田憲二，林亜紀夫，別所俊彦：PTFEと鋼の摩擦を利用する免震装置の開発，第2回免震・制震コロキウム講演論文集，2000.11
- 13) 森内利臣，竹内智明：機能分離支承構造による支承構造の合理化事例，橋梁と基礎，Vol137-7，2003.7
- 14) 田村敬一，運上茂樹：構造物の耐震設計に関する国際標準，土木技術資料，Vol45-4，2003.4

【2003年8月29日受付】