



～ 耐震設計の変遷について ～

■はじめに

6月14日(土)、午前8時43分に発生した、岩手・宮城内陸地震により、祭時大橋(橋長94.9m、3径間連続非合成鋼桁橋)が落橋したほか、橋梁の損傷が報告されています。祭時大橋は橋台が10mも移動したとの報告があり特異な例かと思われませんが、支承の損傷なども報告されていることから、これまでの道路橋の耐震設計の変遷について、簡単にまとめてみました(簡単にするため厳密さに欠ける点はご容赦ください)。

■構造物にかかる力・揺れ方の計算

●震度法

構造物に作用する地震力は動的なもの(時間と共に変化する)ですが、これを静的な力に置き換えて設計する方法が震度法です。

大正12年の関東大震災を受けて、大正13年の内務省通達「橋台・橋脚の耐震化の方法」に、この手法が記されたのが、道路橋の耐震設計の始まりとされています。設計に用いる静的な力の大きさは、昭和14年の「鋼道路橋設計示方書案」において、水平震度0.2(鉛直震度0.1)が標準とされ、さらに、昭和31年に水平震度を地盤・地域によって0.1~0.35と定められました。

●修正震度法

上記の震度法では、どのような構造物でも考慮する地震力は同じとなります。一方、実際の構造物には揺れ方に差があり、特に固有周期(構造物が揺れた時、1往復にかかる時間。背の高い構造物はユラユラと揺れ、低層構造物より固有周期が長くなります。)の影響について、地震による構造物の揺れ方(一次モードの揺れ方、応答)を固有周期を考慮して計算して設計する方法が修正震度法です。地震力を静的な力に置き換えて設計する点は、震度法と共通です。このため、修正震度法を含めて震度法と呼ぶこともあります。

修正震度法の考え方は、昭和46年の道路橋耐震設計指針に盛り込まれ、現在でも一般的な方法として用いられています。

●動的解析による設計

さらに複雑な構造物が設計されるようになると、地震力を静的な力に置き換える方法では不十分と考えられ、昭和55年の道示では動的解析の位置づけ、動的解析時の入力地震動などについての記述がなされました。

動的解析手法としては、構造物の振動を複数モードの

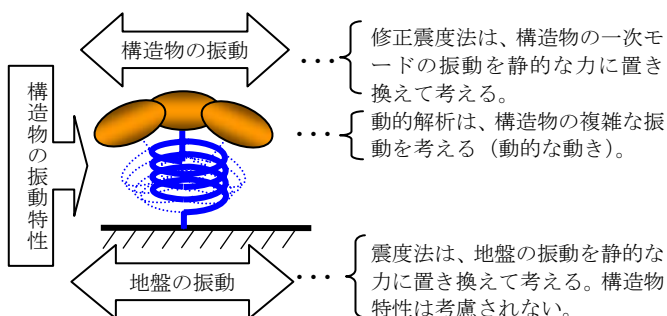


図-1 力・振動の考え方の概念

重ねあわせで計算する応答スペクトル法と、入力地震動の時間的変化から、時間を追って逐一構造物の揺れ方を計算する時刻歴応答解析があります。

■構造物の耐震性の評価方法

●許容応力度などによる評価

構造物が揺れたり変形したりした時、各所に発生する応力などが許容値内に収まっていることを確認する方法です。応力などを計算する時、基本的に材料が降伏していない条件(弾性設計)で計算することから、構造物をがっちりさせることにより地震に耐える考え方といえ、耐震設計の当初から用いられている方法です。

●ねばり強さによる評価

昭和53年の宮城県沖地震において、鉄筋コンクリート橋脚のねばりの少ない弱点部に被害が集中する傾向が見られたことから、昭和55年の道示において鉄筋コンクリート橋脚の変形性能の照査や、軸方向鉄筋量の変化(段落し)の設計方法が記載されました。

さらに、平成2年に鉄筋コンクリート橋脚の保有水平耐力による照査(L1地震(表-1参照)で想定した以上の地震力を受けても落橋に至らないようなねばりを有するよう照査する方法。弾塑性応答を考慮)が規定されました。この時は、関東大震災相当の地震を対象に保有水平耐力を照査していましたが、平成7年の兵庫県南部地震後の平成8年の道示では、内陸直下型地震も考慮することになりました。(L2・Type II地震)

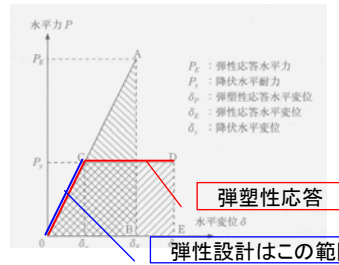


図-2 ねばり強さ評価概念

この時は、関東大震災相当の地震を対象に保有水平耐力を照査していましたが、平成7年の兵庫県南部地震後の平成8年の道示では、内陸直下型地震も考慮することになりました。(L2・Type II地震)

表-1 現在考慮する地震動の種類

地震種類	概要	
L1地震	供用期間中に発生確率の高い地震	
L2地震	Type I	プレート境界型大規模地震
	Type II	内陸直下型地震

■液状化の評価

地盤の液状化が問題になったのは、昭和39年の新潟地震における昭和の大橋の落橋でした。これを受け、昭和46年道示に地盤の液状化判定に関する記述が入りました。この時は、液状化する土層の支持力を無視することとされていましたが、昭和55年の道示では、液状化強度などの判定により液状化する土層の土質定数を低減するようになりました。

その後、液状化の判定方法の変更や、流動化影響の考慮の追加を経て、現在の考え方になっています。

■その他

兵庫県南部地震を契機に、支承の設計も変わり、免震構造などの記載も追加されました。また、昭和46年から記載の始まった落橋防止構造についての設計方法も変化しました。

■おわりに

一言で耐震設計といっても色々な段階があります。古い橋梁を見る時、このような知識が役に立つかもしれません。

配布者

作成者：コンサルタント事業部

株式会社 昭和土木設計の紹介

弊社は、道路・河川・橋梁等の計画・設計、GIS、ITソリューション等の業務を行っております。
”なんでもインフォ”のバックナンバーについては<http://www.showacd.co.jp>をご覧ください。